Band 43 / Heft 3 *Dezember 1958*

COMMONWEALTH INST.
ENTOMOLOGY LIBRARY
1A
Eu. 270.
SPECIAL
SEPARATE

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

BEGRÜNDET VON K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER

Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie
an der Universität München

Mit 49 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
POSTVERLAGSORT HAMBURG

Inhalt

ORIGINALAUFSÄTZE

Untersuchungen über den Klee-Luzernerüßler *Brachyrhinus (Otiorrhynchus) ligustici* L. Von K. HANUSS 233

Zur Kenntnis der paläarktischen *Aphidiinae* (Hym., *Braconidae*). Von M. MACKAUER 282

Zur mechanisch-chemischen und ökologischen Bekämpfung des Riesenbastkäfers (*Dendroctonus micans* KUG.). Von W. RÜHM 286

Untersuchungen und Beobachtungen an einer Naturkolonie der Roten Waldameise *(Formica rufa)* im Schadgebiet der Kl. Fichtenblattwespe *(Pristiphora abietina)*. Von H. BRUNS 326

Die Nonne (*Lymantria monacha* L.) in Spanien. Von N. ROMANYK 336

KLEINE MITTEILUNGEN

Neue Forschungsergebnisse an Termiten. Von A. HERFS 339

Schriftleitung: Alle Einsendungen sind mit dem ausdrücklichen Vermerk „Für Zeitschrift für angewandte Entomologie" ausschließlich an Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb., zu richten.

Manuskripte: Die Zeitschrift veröffentlicht Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Buchbesprechungen. Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Tabellen und Abbildungen wird gebeten, auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Abhandlung ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in deutscher und, wenn möglich, englischer Sprache anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Für Manuskripte, die einen Umfang von 50 Seiten übersteigen, bittet der Herausgeber, vor Absendung mit ihm Fühlung aufzunehmen.
Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu schreiben und Sperrungen möglichst zu vermeiden. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen, die bereits erfolgten Veröffentlichungen entnommen werden sollen, ist eine genaue Quellenangabe erforderlich.
Mit der Übergabe des Manuskriptes überträgt der Verfasser dem Verlag Paul Parey das Recht, die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen in gewerblichen Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 zu genehmigen.

Honorierung: Das Mitarbeiterhonorar beträgt DM 40,– je Druckbogen von 16 Seiten. Mehr als drei Druckbogen je Beitrag werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen und Buchbesprechungen sind honorarfrei.

Sonderdrucke: Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten von ihrem Beitrag nach Druckbeendigung auf Wunsch unberechnet 20 Sonderdrucke, die Verfasser von Doktor-Arbeiten 50 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch nur, wenn die Bestellung unmittelbar mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur, spätestens der 1. Umbruchkorrektur, bei der Schriftleitung aufgegeben worden ist.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, sind vorbehalten. Gewerblichen Unternehmen wird jedoch die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung von Beiträgen oder Beitragsteilen für den innerbetrieblichen Gebrauch durch Photokopie, Mikrokopie und dergleichen nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 gegen Bezahlung der dort vorgesehenen Gebühr bis zu drei Exemplaren gestattet. Die Vervielfältigungen haben einen Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu tragen, und die in dem Rahmenabkommen vorgesehene Gebühr ist an die Inkassostelle für Photokopiergebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt/Main, Gr. Hirschgraben 17/19, zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle, so ist für jedes Photokopierblatt eine Marke im Betrag von DM 30,– zu verwenden.

Erscheinungsweise und Bezugspreis: Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge im Umfang von ungefähr 7 Druckbogen je Heft. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 jeweils einen Band bilden. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes und verlängert sich jeweils stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Heftes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Die Hefte werden einzeln berechnet. Der Preis beträgt je Druckbogen etwa DM 4,–. Der Preis der Hefte außerhalb des Abonnements ist jeweils um 10 % teurer.
Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder beim Verlag Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstr. 12, bestellt werden.

© Paul Parey, Hamburg u. Berlin 1958 · Printed in Germany by Westholst. Verlagsanst. Boyens & Co., Heide/Holstein

Z. ang. Ent. Bd. 43 (1958) H. 3, S. 233–344

Abonnementspreis dieses Heftes DM 28,80 . Einzelpreis DM 31,60

Aus dem Institut für Pflanzenschutz
der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim
Direktor: Prof. Dr. B. Rademacher

Untersuchungen über den Klee-Luzernerüßler[1] *Brachyrhinus (Otiorrhynchus) ligustici* L.

Von K. Hanuss, Stuttgart

I. Einleitung

Brachyrhinus (Otiorrhynchus) ligustici L. ist in weiten Gebieten Europas, Westasiens und Nordamerikas ein gefürchteter Schädling der Luzerne. Glaubte man bislang, dieser Rüßler sei vornehmlich an den Luzerneanbau gebunden, so muß neuerdings festgestellt werden, daß er auch in Rotkleeanbaugebieten günstige Daseinsmöglichkeiten finden kann.

Die Gefährdung des für die Ertragslage der süddeutschen Kleinbetriebe wichtigen Rotkleeanbaues forderte die Sichtung, Überprüfung, Erweiterung und Vervollständigung der bereits vorhandenen Kenntnis des „neuen Schädlings". Im Rahmen dieser Arbeit standen biologische und ökologische Untersuchungen im Vordergrund, insbesondere auch ein Vergleich der hier auf Rotklee vorkommenden Form mit den von Luzerne stammenden Tieren aus Mitteldeutschland.

Alle Freilandversuche und -beobachtungen wurden im Garten des Instituts, auf den Versuchsfeldern der Landessaatzuchtanstalt Hohenheim und auf den Gemarkungen mehrerer Gemeinden der Filderebene bei Stuttgart durchgeführt.

II Systematik

Brachyrhinus ligustici L. wurde von Linné (zit. bei Lona 1936) erstmalig unter dem Namen *„Curculio ligustici"* beschrieben. 1802 stellte Latreille (zit. bei Lona 1936) die Gattung *Brachyrhinus* auf, der er die Art *ligustici* zuteilte. Von Germar (zit. bei Lona 1936) wurde später, anscheinend ohne Kenntnis dieser Tatsache, die gleiche Art in die von ihm neu eingeführte Gattung *Otiorrhynchus* eingereiht.

Den Nomenklaturregeln entsprechend hat nach Leng (zit. bei Jørgensen 1953), Mühle & Fröhlich (1951) und Schweiger (1953) die Benennung *Brachyrhinus ligustici* L. zweifellos die Priorität. Mühle & Fröhlich (1951) fordern eine eindeutige Festlegung der deutschen Bezeichnung und schlagen den Namen „Luzernerüßler" zur ausschließlichen Benutzung vor. Da der Käfer Rotklee und Luzerne als Hauptwirtspflanzen bevorzugt, halten wir es für zweckmäßiger, Rademacher (1954 a) folgend, den Namen „Klee-Luzernerüßler" einzuführen.

[1] Meinem hochgeehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. B. Rademacher, bin ich für die Anregung und Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit zu großem Dank verpflichtet.

III. Morphologie

1. Der Käfer

Die Körperlänge von *Brachyrhinus ligustici* (Abb. 1) beträgt nach REITTER (1916) 9–12 mm (ohne Rüssel). JØRGENSEN (1953) gibt einen Durchschnittswert von 11 mm an. JABLONOWSKI (zit. bei JØRGENSEN 1953) verzeichnet eine Schwankung von 7–14 mm. Eigene Messungen an 568 Tieren ergaben als Mittelwert 10,4 mm ($s = \pm 3{,}12$; $s\% = 30{,}2$; $s_{\bar{x}} = 2{,}22$).

Der *Körper* des Käfers ist glänzend schwarz und mit schmalen gelbbraunen, durchscheinenden sowie breiten und schmalen, weißgrauen anliegenden und opalisierenden Schuppen versehen, die das Schwarz des Panzers zum Teil verdecken. Dadurch wird dem Käfer eine schmutzig-graubraune und stumpfe Färbung verliehen. Der *Kopf* läuft allmählich und ohne scharfen Übergang in den relativ kurzen, in seinem Mittelteil eingeengten Rüssel aus, an dem die seitlichen ohrenförmigen Wülste (Pterygien) deutlich auffallen. In diesen sind die Fühler, deren zweites Geißelglied länger ist als das erste, nahe der Rüsselspitze eingefügt. Die Einlenkungsstellen sowie die Fühlergruben sind von oben gut zu sehen. Letztere erstrecken sich von den Pterygien aus dorsal nach hinten, um sich vor den Augen zu verflachen. Der Rüssel hat auf seiner Oberfläche einen erhabenen Längskiel, an seinem Vorderrande eine mehr oder weniger deutliche, dreieckige Aussparung mit kräftigem Haarbesatz. Auf der Stirn erkennt man zwischen den Augen ein Punktgrübchen. Der Kopf ist tief in den Prothorax eingezogen und mit unregelmäßig geformten Eindellungen besät, auf deren Grund je eine einzelne Schuppe steht. Der *Prothorax* ist vorn fast gerade abgeschnitten und seitlich ausgewölbt. Seine Oberfläche trägt in Querreihen angeordnete warzige Erhabenheiten, an deren Hinterrand je eine gegen das Körperende weisende Schuppe entspringt. Die *Elytren* sind eiförmig geschwungen, stark gewölbt und an der Innennaht verwachsen. Als Skulpturen findet man eiförmige vorstehende Gebilde, die auf ihrem spitzen und nach rückwärts gerichteten Ende je eine Schuppe tragen.

Abb. 1. B. ligustici L. (etwa 4mal vergrößert)

Die erste Veröffentlichung, in der die Geschlechtsorgane von *B. ligustici* Berücksichtigung fanden, stammt von MÜHLE & FRÖHLICH (1951). Die dortige Beschreibung deckt sich in einigen Punkten jedoch nicht mit unserem Befund. Wir fanden sowohl bei den süddeutschen als auch bei den mitteldeutschen Käfern folgende morphologische Verhältnisse des weiblichen Kopulationsapparates (Abb. 2): An der Grenze von Prothorax und Abdomen liegt jederseits ein aus zwei Ovariolen bestehendes Ovarium. Die Ovidukte vereinigen sich nach kurzem Verlauf und münden in einen aus Vagina und Bursa copulatrix gebildeten Ausführungsgang. Das *Receptaculum seminis* (Abb. 3) ist ein stark chitinisierter Hohlkörper, der an seinem stumpfen Ende mit dem dünnen, ebenfalls chitinisierten *Ductus receptaculi* an die Vagina angeschlos-

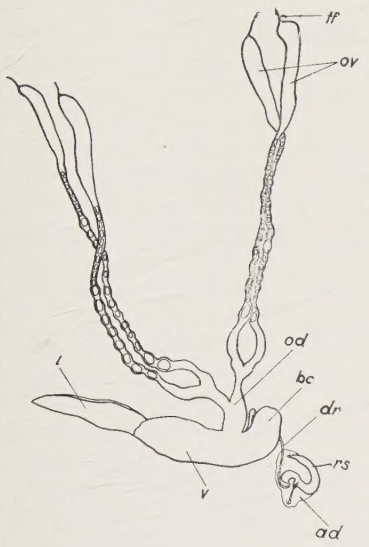


Abb. 2. Genitalapparat von *B. ligustici* L. (beginnende Eireifung) etwa 9mal vergrößert
ad = Anhangsdrüse, bc = Bursa copulatrix, dr = Ductus receptaculi, l = Legeröhre, od = Oviduct, ov = Ovariolen, rs = Receptaculum seminis, tf = Terminalphylum, v = Vagina

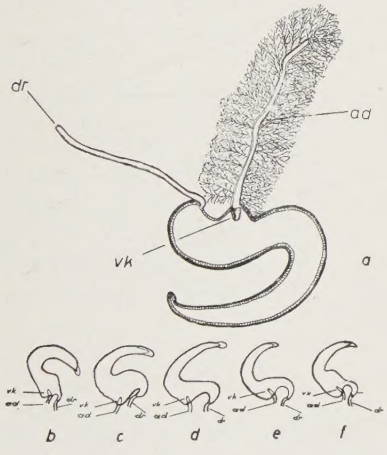


Abb. 3. Receptaculum seminis von *B. ligustici* L.
a = *B. ligustici* (etwa 43mal vergrößert), b = *Otiorrhynchus cinereus* Strl., c = *O. schusteri* Strl., d = *O. desertus* Rosh., e = *O. merli* Strl., f = *O. ovatus* L., ad = Anhangsdrüse. dr = Ductus. vk = Ventilkegel (b-f nach Szekessy [1937] verändert)

sen ist. Darüber hinaus besitzt das Receptaculum seminis eine Ausstülpung mit der Anschlußstelle für den Ausführungsgang zur Anhangsdrüse. An der Einmündung des Befruchtungsganges ist die Vagina in einen gebogenen Sack *(Bursa copulatrix)* verlängert. *B. ligustici* besitzt weiter ein chitinisiertes, aus zwei konischen Teilen zusammengefügtes legerohrartiges Gebilde. Trotz seiner parthenogenetischen Fortpflanzungsweise ist bei *B. ligustici* (wie bei ambigenen Otiorrhynchen) die Anhangsdrüse gut ausgebildet, und es ist anzunehmen, daß die ursprüngliche Ausgestaltung des weiblichen Geschlechtsorgans erhalten geblieben ist.

Nach Mühle & Fröhlich (1951) ist das Receptaculum dem Uterus direkt angeschlossen. Die „Kittdrüse" soll in einem chitinisierten, hörnchenförmigen Gang enden, der durch ein ebenfalls chitinisiertes Verbindungsstück mit dem Uterus in Zusammenhang steht.

Morphologische Unterschiede der Imagines aus Hohenheim, Halle/Saale und Aschersleben waren nicht festzustellen. Die morphologische Identität von *B. ligustici* der genannten Fundgebiete wurde von Herrn Dr. Groschke am Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart überprüft und bestätigt.

2. Das Ei

Die frisch abgelegten Eier von *B. ligustici* sind weiß bis elfenbeinfarben und glatt. Durch Eintrocknung des firnisartigen Sekrets, mit dem die Oberfläche behaftet ist, erfolgt nach kurzer Zeit eine Erhärtung der Eihüllen. Etwa ein bis drei Tage nach der Ablage nehmen die entwicklungsfähigen Eier eine gelbbraune Farbe an, die anderen bleiben weiß. Ihre Gestalt ist in der Regel kurz-oval, gelegentlich länglich-oval. Gewicht und Größe der Eier nehmen zum Schluß der Ovipositionsperiode allmählich, bei dauerndem Aufenthalt in hohen Temperaturen (28–30° C) rasch ab.

Tabelle 1

Breiten- und Längenmaße der Eier zweier Herkünfte von *B. ligustici*

Versuchsreihe	Herkunft	Futter im Versuch	Zahl gemessener Eier	$\bar{x}$ Länge in mm	$\bar{x}$ Breite in mm	$s_{\bar{x}}$ Länge in mm	$s_{\bar{x}}$ Breite in mm	Breite/Länge-Index
1	Hohenheim Rotklee	Rotklee	50	0,819	0,705	0,024	0,021	1,163
2	Hohenheim Rotklee	Luzerne	50	0,827	0,699	0,056	0,025	1,181
3	Halle Luzerne	Rotklee	25	0,853	0,670	0,051	0,011	1,274
4	Halle Luzerne	Luzerne	50	0,892	0,695	0,029	0,009	1,282

In der Literatur fanden wir bei PALM (1935) folgende Eimaße: Länge 0,9 mm, Breite 0,75 mm. Das Durchschnittsgewicht des Eies betrug in Hohenheim 0,27 mg (660 Wägungen). Eigene Messungen an Eiern von Käfern, die aus Süd- und Mitteldeutschland stammten und in verschiedenen Versuchsreihen mit Rotklee bzw. Luzerne gefüttert wurden, lieferten die in Tab. 1 zusammengestellten Werte.

Die Eier der süddeutschen, an Rotklee aufgewachsenen Käfer waren kürzer und breiter als die der mitteldeutschen, an Luzerne aufgewachsenen Artgenossen. Bei den mitteldeutschen Individuen zeigte sich außerdem ein Unterschied der Eimaße bei Fütterung mit Rotklee und Luzerne, den wir bei der süddeutschen Herkunft nicht ermitteln konnten.

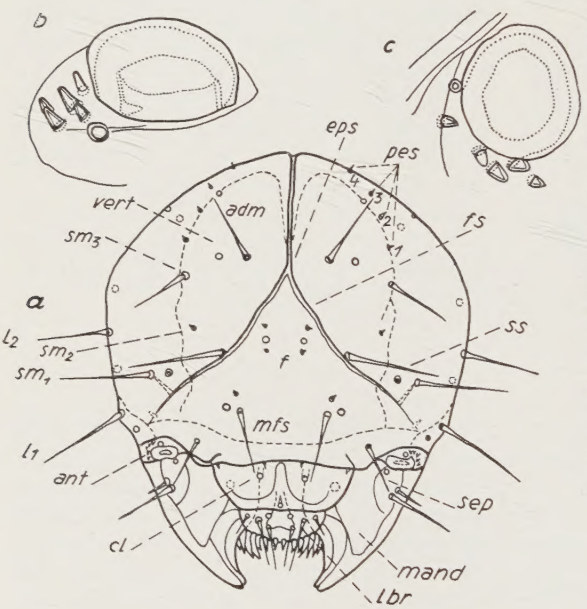


Abb. 4. Kopf der Larve von *B. ligustici* L. (1. Stadium) (etwa 95mal vergrößert)
a = Vorderansicht, b u. c = Antenne, adm = admedianes Epicranialhaar, ant = Antenne, cl = Clypeus, eps = Epicranialsutur, fs = Frontalsutur, l_1 u. l_2 = Lateralhaare, lbr = Labrum, mand = Mandibel, mfs = admedianes Frontalhaar, pes = hintere Epicranialhaare, sep = seitenständiges Epicranialhaar, sm = submediane Epicranialhaare, ss = Suturalhaar, vert = Scheitel

3. Die Larve

Die sieben Larvenstadien sind nach der Behaarung des Kopfes, des Rumpfes sowie nach der Bewehrung der Mundwerkzeuge nicht zu unterscheiden. Zur Feststellung des Entwicklungsgrades läßt sich nur

die Kopfkapselbreite heranziehen. Im folgenden werden die topographischen Verhältnisse des Larvenkörpers und seiner Anhänge an Hand von Abbildungen beschrieben[2]: *Kopf* (Abbildung 4) länger als breit, bei der frisch geschlüpften Larve gelblich pigmentiert. Färbung intensiviert sich nach jeder Häutung fortschreitend über hellbraun zu dunkelkastanienbraun bei Altlarven. Nahe der Coronalnaht das admediane Epicranialhaar (adm), daneben außen eine Sensille. Seitlich darüber in einem Bogen die hinteren Epicranialhaare (pes 1–4). In Höhe von pes 3 innen, zwischen pes 1 und pes 2 am Außenrande und auf der Rückseite des Schädels je eine Sensille. In der Mitte des Scheitels das submediane Epicranialhaar (sm 3), schräg gegenüber auf der Rückseite der Kopfkapsel eine Sensille. Frontalsutur (fs) verläuft im Winkel von 45° gegen Antennenregion und umschließt eine aus zwei kleinen Haaren und je einer Sensille gebildete und gegen die Mittellinie zulaufende Reihe. Parallel zur Epicranialsutur (eps) links und rechts schwächer pigmentierte Epicranialbänder. In der Mitte oberhalb fs ein langes Suturalhaar (ss). Schräg über diesem das stark reduzierte submediane Epicranialhaar (sm 2). Lateralhaare l 1 und l 2 lang; zwischen l 1 und ant eine Sensille. Zwischen l 1 und l 2 gegen die Mitte verschoben das submediane Epicranialhaar sm 1. Zwischen sm 1 und fs sowie sm 1 und Außenrand je eine Sensille. Postgenae mit einem

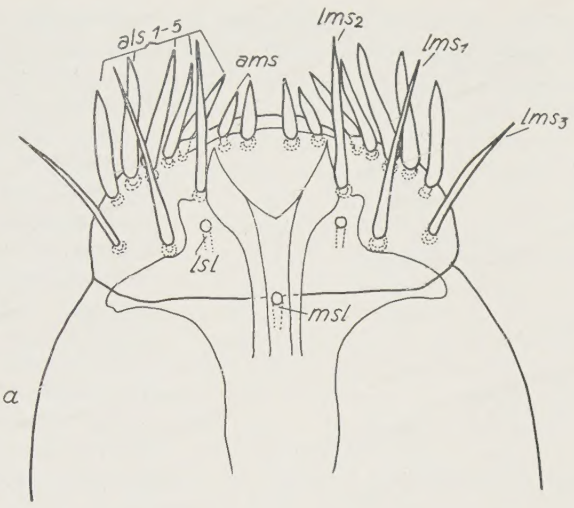


Abb. 5a. Mundwerkzeuge der Larve von *B. ligustici* L.
a = Clypeus und Labrum, als = äußere Lateralhaare, ams = äußere Mittelhaare, lms = laterale Mittelhaare, lsl = laterale Sensillen, msl = mittlere Sensille

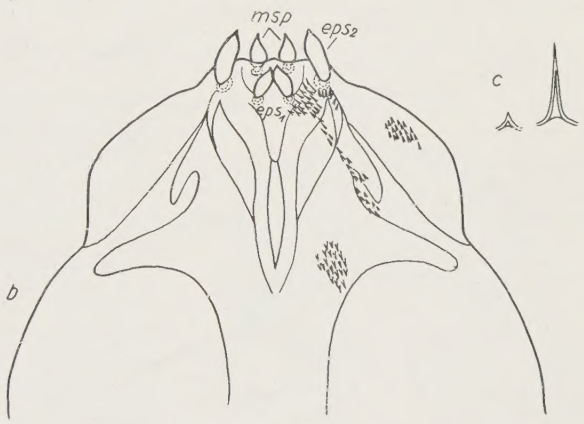


Abb. 5b. Mundwerkzeuge der Larve von *B. ligustici* L.
b = Epipharynx, c = Trichome, eps = Epipharyngialhaare, msp = vordere Epipharyngialhaare

[2] Nomenklatur nach KEIFER (1933) verändert.

kurzen und einem mittellangen Haar. Zwischen ant und mfs ein seitenständiges Epistomalhaar (sep). Admedianes Frontalhaar (mfs) lang, daneben ein kurzes Haar und eine Sensille. Clypeus trapezförmig mit convexen Seitenrändern. Je zwei kleine Haare an der Basis und je eine Sinneskuppel im inneren Drittel sowie ein einzelnes Sinnesorgan (msl) am Vorderrande. Antenne (ant) bestehend aus flacher Basalmembrane mit fünf sehr kleinen Sinneskegeln, einer Sensille und einem gedrungenen blasen- und stumpfeiförmigen Hauptsinnesfortsatz (Abbildungen 4b und 4c). Labrum (lbr) (Abb. 5a) mit drei langen Tasthaaren (lms 1–lms 3) auf schwächer pigmentierten Seitenfeldern. Zwischen lms 1 und lms 2 gegen die Mitte verschoben eine Sensille (lsl), längs des seitlichen Vorderrandes je fünf rasiermesserähnliche Haare (als 1–5); aus der Randwölbung entspringend. Am vorderen Doppelrande je zwei kürzere lanzettliche Messerchen (ams). Epipharynx (Abb. 5b) mit zwei Paaren messerartiger Haare (eps 1 und eps 2), die mit zwei weiteren aus dem Vorderrand hervorbrechenden Haaren (msp) in Sechseckform angeordnet sind. Abstand von eps 2 doppelt so groß als der von msp und eps 1. Mandibeln (Abb. 6a) dreieckig, Schneidenrand gegen die Spitze eingebuchtet; in der Mitte mit Kerbung. Im Außenwinkel auf schwächer pigmentiertem Feld ein langes und ein kürzeres Haar nebst Sensille. In der Nähe des inneren Angelpunktes eine einzelne Sensille. Dorsale Oberfläche der Maxillen (Abb. 6b und 6c) mit Dörnchenfeld, längs der Vorderschneide sieben dolchförmige Haare. Palpus gedrungen, bestehend aus tonnenförmigem Basalglied mit ventralem Haar sowie zwei Sensillen und kegelstumpfförmigem Endglied mit einer Sensille und Sinnesstiften. Ventralseite mit vier Messerchen an der Stippesspitze und je einem langen Haar im oberen und unteren Drittel der Außenkante. Je ein langes Tasthaar mit Sensille auf der Kauladenfläche unter der Tasterbasis und zwischen vorderer und innerer Schneidenkante. Labium (Abb. 6b und 6c) mit zungenartigem Vorderteil. Beiderseits der Mittellinie je eine Sensille. Dorsal mit zwei Paaren kurzer, ventral mit einem Paar mittellanger Haare und zu einem Reußenapparat an-

Abb. 6. Mundwerkzeuge der Larve von *B. ligustici* L.
a = Mandibel, b = Maxille und Labium in der Aufsicht, c = Maxille und Labium von der Ventralseite

Abb. 7. Larve von *B. ligustici* L.
a = Gesamtansicht (etwa 20mal vergrößert), b = Stigma des I. Larvenstadiums (etwa 600-mal vergrößert), c = Stigma des VII. Larvenstadiums (etwa 600mal vergrößert)

geordneten Trichomen. Ventral drei Paar lange Tasthaare. Basis und Endglied der Palpi mit je einer Sensille. *Rumpf* (Abb. 7a) mit Ausnahme des Prothorax-Tergum weichhäutig, gegen das Analende konisch zulaufend. Körperdecke bei Junglarven durchsichtig, bei älteren Stadien milchigweiß, bei erwachsenen Larven gelblich. Prothorax dorsal mit breitem, ungegliedertem Schild und jederseits acht Haaren. Epipleurum stark reduziert, zugehörige Haare an Unterrand des Schildes gerückt. Mesothorax-Praescutum mit einem Haar, Scuto-Scutellum mit vier Haaren (kurz – kurz – lang – mittellang), Epipleurum mit Stigma und zwei Haaren. Mesothorax-Praescutum mit einem Haar, Scuto-Scutellum mit vier Haaren (kurz – lang – mittellang – lang). Epipleurum mit zwei + 1 Haaren. Alarregion der Thoraxsegmente mit je einem kurzen Haar, Stemmpolster mit je sechs Haaren. Abdominalsegmente 1–7 ziemlich einheitlich gestaltet. Dorsum bestehend aus Praescutum mit einem Haar, unbehaartem Scutum und Scutellum mit fünf Haaren (kurz – kurz – lang – mittellang – lang). Alarregion, Epi- und Hypopleurum mit je zwei Haaren, Eusternum mit zwei Haaren, Parasternum mit einem Haar, Poststernellum unbehaart – dieses auf dem achten Segment fehlend. Neuntes Segment stark modifiziert, sein Dorsum ungegliedert. Epi- und Hypopleurum zu einheitlichem Feld mit einem langen und einem kurzen Haar vereinigt. Parasternumhaar und Poststernellum fehlend. Eusternum unverändert; ohne Stigmen. Zehntes Segment nur mit drei winzigen Dörnchen; ohne Stigmen.

4. Die Puppe

Eine vollständige Beschreibung der äußeren Morphologie dieses Entwicklungsstadiums war bisher nicht vorhanden.

Die Puppe (Abb. 8) ist bis auf die Behaarung, Cerci und Augenanlagen anfänglich unpigmentiert. Im Laufe der Puppenzeit wechselt die Farbe von milchigweiß über hellgelbgrün zu graugelb. Länge 9–11 mm, größte Breite zwischen Femur-Tibiagelenken gemessen 5 bis 6,5 mm. Kopf und Rüssel ventral eingeschlagen, Fühler seitlich an Kopf und Prothorax angelegt. Beinpaar 1 und 2 die Flügelanlagen teilweise bedeckend, Beinpaar 3 von den Elytren zum Teil überragt. Flügeldecken 10-streifig, Anlagen des zweiten Flügelpaares nicht ausgebildet. Abdomen beweglich. Kopf und Thoraxregion etwa die halbe Körperlänge einnehmend. Pronotum ungefähr so lang wie Meso- und Metanotum zusammengenommen. Abdomen mit zehn Segmenten, das letzte mit Cerci. Die vielfach hakenförmig umgebogenen Puppenhaare sind verglichen mit denen der Larve relativ kurz und entspringen kuppenartigen Erhebungen der Körperdecke, die winzige pigmentierte Dörnchen tragen.

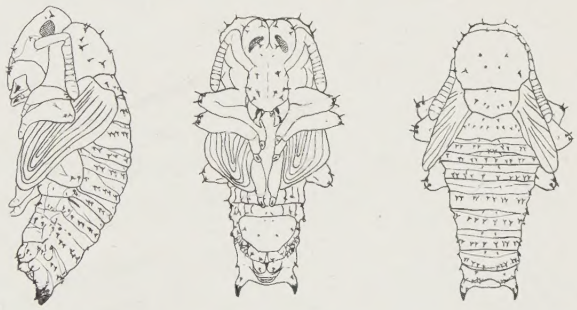


Abb. 8. Puppe von *B. ligustici* L. (etwa 3mal vergrößert)

Oberseite des Rüssels an der Spitze mit je drei Haaren schräg übereinander. Je ein Haar an der Fühlereinlenkungsstelle, im Augenzwischenraum und über den Augenanlagen. Am Scheitel seitlich je zwei Haare. Pronotum jederseits mit acht Haaren, die der Mittellinie am nächsten stehenden in M-Form angeordnet. Mesonotum mit je einem langen und drei kurzen Haaren. Metanotum mit jederseits sechs sichtbaren Härchen. Anordnung der Haare auf dem Dorsum der ersten acht Abdominalsegmente wie bei der Larve. Basis der Cerci auf der Ventralseite mit einem kräftigen, dorsal einem längeren und darunter einem schwächeren Haar. Beine an Femur-Tibiagelenk mit einem langen und einem kurzen Haar ausgestattet.

IV. Biologie

1. Imaginalstadium

Die weiche Körperdecke ist nach dem Schlüpfen des Käfers zunächst weiß bis gelblich und verfärbt sich im Laufe der ersten Wochen über gelblichbraun, hellrotbraun, dunkelkupferrot nach schwarz. Nach Erreichen der vollen Farbintensität ist die Erhärtung des Chitins noch nicht beendet, sondern wird erst nach mehreren Wochen abgeschlossen.

Wassiliew (zit. bei Jørgensen 1953) berichtet, daß die Käfer in Südrußland von Mitte Juni bis Ende Juli schlüpfen. Nach Lincoln & Palm (1941) liegt dieser Termin für den Staat New York zwischen dem 26. Juni und 20. Juli. Jørgensen (1953) fand die ersten geschlüpften Käfer in Dänemark Anfang August. Nach unseren Beobachtungen erstreckt sich die Schlüpfzeit in Süddeutschland von Ende Juni bis Ende Juli.

B. ligustici verweilt nach dem Schlüpfen bis zum Aufstieg im kommenden Frühjahr in der Puppenzelle. Feldbeobachtungen auf der Filderebene bei Stuttgart ließen jedoch vermuten, daß die Ruhe bereits vor dem endgültigen Aufstieg im Frühjahr zeitweise unterbrochen werden kann. So haben wir im Herbst 1953 nach tiefem Umbruch einer befallenen Kleefläche zahlreiche Käfer gefunden, die ihre Verpuppungshöhle verlassen hatten, da die von ihnen bewohnte Bodenschicht durch die Pflugarbeit an die Oberfläche gehoben wurde. Weiter fanden wir im November 1952 bei Grabungen auf befallenen Feldern in der Nähe von Bachläufen zahlreiche Verpuppungsorte verlassen. Die zugehörigen Jungkäfer hatten sich etwa 10 cm tiefer begeben. Im September hatte nämlich eine bis zum Jahresende andauernde überdurchschnittliche Niederschlagsperiode begonnen, in deren Verlauf sich die Bodenfeuchtigkeit von anfänglich 23 auf 31 Gew.% erhöhte. Dagegen wies der Boden in der von den abgestiegenen Käfern erreichten Schicht nur 25 Gew.% Feuchtigkeit auf. Die Dauer der Ruheperiode ist demnach nicht streng fixiert. Die Käfer schreiten ohne besondere Schwierigkeiten zur Eiablage, wenn sie aus dem Winterlager ins Laboratorium gebracht werden.

Mit zunehmender Erwärmung des Bodens im Frühjahr werden die Käfer rege und beginnen aufzusteigen. Lincoln & Palm (1941) stellten die Bewegung in Richtung der Bodenoberfläche bei Bodentemperaturen von + 6 bis + 7° C (gemessen in 30 cm Tiefe) fest. In Hohenheimer Laboratoriumsversuchen erlangten die Tiere ihre Aktivität schon bei + 3° C und konnten sich bei + 3,5° C im Boden langsam grabend fortbewegen. Mit

ansteigender Temperatur erhöhte sich die Wanderungsgeschwindigkeit zusehends, wurde aber durch Kälterückschläge verlangsamt oder für einige Tage vollständig gehemmt; besonders unter der Bodenoberfläche, wo sich Temperaturschwankungen stark bemerkbar machten. Die Dauer des Aufstiegs hängt vom Verlauf der Bodentemperatur sowie von Bodenart und -zustand ab. Im Untersuchungsgebiet betrug sie in den Jahren 1952 und 1953 jeweils 37 Tage. Lincoln & Palm (1941) geben für die USA nur fünf Tage an.

Lehmann & Klinkowski (1942) berichten, daß *B. ligustici* in Mitteleuropa im Laufe des Monats April, in Rußland und im Staate New York Anfang Mai auf den Luzernefeldern erscheint. Wassiliew (zit. bei Jørgensen 1953) beobachtete das Auftreten der ersten Käfer bei Bodentemperaturen von 6,5 bis 9,0° C (gemessen in 10 cm Tiefe); der Hauptteil der Käferpopulationen erschien erst bei 13–16° C. Jørgensen (1953) stellte in Dänemark im Jahre 1950 die ersten Käfer am 19. 4. fest. Nach Mühle & Fröhlich (1951) verlassen die Imagines den Boden je nach Witterung und Bodentemperatur Ende März bis Anfang April. In Niederösterreich wurde *B. ligustici* (Schweiger 1953) frühestens Mitte März auf den Feldern gefunden. Bei Stuttgart erschienen die Käfer 1952 erstmalig am 8. 4. bei steigender Temperaturtendenz (Tagesmittel 14,2° C), 1953 lagen die Verhältnisse genau umgekehrt, zumal die auf das erste Erscheinen (28. 3., Temperaturmittel 7,8° C) folgenden Tage stark wechselnde Temperaturen aufwiesen. Der Termin des Erscheinens an der Oberfläche hängt von der Temperatur der bodennahen Luftschichten ab, die sich stark auf die Bodenoberfläche auswirkt. Dadurch ergeben sich auf engstem Raum je nach Exposition im Erscheinungstermin Unterschiede von mehreren Tagen. Die unter der Bodenoberfläche angekommenen Käfer traten im Fildergebiet frühestens bei Tagesmitteltemperaturen von 6° C auf.

Nach dem Aufstieg werden die Käfer häufig durch die Ungunst der Frühjahrswitterung zum Aufsuchen eines Unterschlupfes gezwungen; man findet sie dann meist bis zu 2 cm Tiefe unter Schollen, Pflanzenresten und in Erdrissen. Bei Temperaturen unter 4° C halten sie sich nur unter Verstecken auf. Günstige Witterungsbedingungen veranlassen die Käfer sofort zur Nahrungsaufnahme. Diese erfolgt anfänglich nur bei Nacht, auch bei tagsüber sonnig warmer, nachts dagegen kalter Witterung. Während des Sommers konnten wir die Käfer zu jeder Tageszeit und bei Temperaturen zwischen 4,5 und 30° C bei der Nahrungsaufnahme auf ihren Wirtspflanzen beobachten. Nur bei naßkaltem Wetter und in der mittäglichen Hitze hielten sich die Tiere an der Blattunterseite oder am Grunde der Pflanzen auf.

Nahrungsmangel zwingt *B. ligustici* zur Abwanderung auf andere Wirtspflanzenbestände. Daneben beobachtete man auch Wanderungen ohne sichtbare Ursache (Claassen & Palm 1935). Nach Lincoln & Palm (1941) können in den USA zwischen Aufstieg und Wanderungsbeginn bis zu zwei Wochen verstreichen. Nach Mühle & Fröhlich (1951) beginnt *B. ligustici* seine Wanderung in Mitteldeutschland bei 25° C, nach Jablonowski (zit. bei Jørgensen 1953) wandern die Käfer bei kaltem Wetter nur während des Tages, bei Wärme dagegen auch am Morgen und Abend. Palm (1936) beobachtete hingegen die Wanderung fast ausschließlich tagsüber. Auch Jørgensen (1953) widerspricht der Ansicht älterer Autoren (Hollrung 1897,

Landgraf 1925) über eine Lichtscheue der Käfer. Im hiesigen Untersuchungsgebiet wanderten die Tiere bei günstigen Temperaturen sogar bei Sonnenschein oder schwachem Regen ebenfalls bei Tage. Die flugunfähigen Tiere sind gezwungen, die Strecken zwischen ihrem ursprünglichen Aufenthaltsort und den Eiablageplätzen zu Fuß zurückzulegen. Die Käferscharen benutzen dabei nach Angaben von Claassen & Palm (1935) gern Feld-, Fuß- und Radfahrwege sowie Straßen- und Eisenbahndämme, die ein rasches Vordringen ermöglichen. Schweiger (1953) hat in Niederösterreich das Herumlaufen der Käfer bei 20° C beobachtet; die Hauptwanderung setzte dort je nach Witterung zwischen dem 1. und 20. April ein. Bei Stuttgart begann die durch Nahrungsmangel hervorgerufene Abwanderung 1952 am 14. 4. bei 14,5° C, 1953 am 2. 4. bei 10° C. Über die Massenwanderung von *B. ligustici* liegen sehr interessante Berichte von Berthelin, Decaux, Schmidt-Göbel, Jablonowski (zit. bei Jørgensen 1953), Eggermann (1936), Palm (1936) und Schweiger (1953) vor. In Süddeutschland sind nach unseren bisherigen Ermittlungen größere Massenansammlungen und Wanderungen noch nicht beobachtet worden. Abzug und Neubesiedlung vollziehen sich hier alljährlich unauffällig.

Wie die meisten Rüsselkäfer läßt sich auch *B. ligustici* bei Annäherung einer Gefahr oder bei Erschütterung der Pflanzen fallen. Beim Sammeln der Käfer beobachteten wir, wie auch Mühle & Fröhlich (1951), daß die Käfer nicht immer die Totstellung einnahmen, sondern vielfach mit ausgestreckten Beinen und Fühlern in steifer Haltung liegenblieben. Gute Schutzfärbung, verborgene Lebensweise und zerstreutes Vorkommen erschweren das Beobachten von *B. ligustici* mit fortschreitender Jahreszeit immer mehr. Bei einem eigenen Versuch mit farbig gekennzeichneten Käfern erwiesen sich diese nach der Hauptwanderung und während der Eiablageperiode bei mäßiger Wohndichte ziemlich ortsstet. Sie waren in nächster Umgebung der Aussetzungsstelle immer wieder zu finden. Bei großer Siedlungsdichte und damit verbundener Nahrungskonkurrenz wechselten sie ihren Standort häufig.

Über Fortpflanzungsweise und Geschlechtsverhältnis von *B. ligustici* gibt es in der Literatur keine eindeutige Ansicht. Wassiliew (zit. bei Jørgensen 1953) gelang bereits 1909 der Nachweis der Parthenogenese im Zuchtexperiment. Cholodkowski (zit. bei Mühle & Fröhlich 1951) fand bei Untersuchungen der Receptacula seminis in keinem Falle Spermatocoen. Verfasser der meisten neueren Veröffentlichungen, wie Lincoln & Palm (1941) und Jørgensen (1953) haben nur Weibchen festgestellt und vertraten die Ansicht, daß sich der Käfer parthenogenetisch fortpflanzt. Im Gegensatz dazu findet man bei Lehmann & Klinkowski (1942) die Feststellung, daß in manchen Jahren nur Weibchen anzutreffen sind, die sich parthenogenetisch vermehren, in anderen Jahren aber wieder normal Männchen und Weibchen auftreten. Weiter berichtet Klinkowski (1949) „... man findet dann überall die sich begattenden Pärchen. In einzelnen Fällen ist jedoch beobachtet worden, daß außer der normalen geschlechtlichen Fortpflanzung auch die ungeschlechtliche Jungfernzeugung stattfindet." Auch nach Hey (1942) soll bei *B. ligustici* eine Paarung stattfinden; er erwähnt daneben das Vorkommen der Parthenogenese. Nach Müller (1938) sollen 10 v. H. der Gesamtpopulation Männchen sein. Seydlitz (zit. bei Jørgensen 1953) berichtet von einem männlichen Individuum;

Jablonowski (zit. bei Jørgensen 1953) will in Ungarn die Kopula beobachtet haben. Balachowsky & Mesnil (1936) sprechen ebenfalls von der Fortpflanzung nach vorheriger Begattung. Untersuchungen von Mühle & Fröhlich (1951) sowie eigene Beobachtungen erwiesen, daß es sich bei den „Kopulierenden" ausschließlich um Weibchen handelte. Wahrscheinlich ist das oft beobachtete „Reiten" der weiblichen Käfer als Paarung beschrieben worden. Da keiner der Autoren, die das Vorkommen von Männchen beobachtet haben wollen, derartige Käfer beschrieben hat, mußten wir deren Existenz bezweifeln. Diese Ansicht wurde bestätigt, als von 871 im Jahre 1952, 736 im Jahre 1953 und 533 im Jahre 1954 in Süddeutschland kontrollierten Käfern sämtliche weiblichen Geschlechts waren. 1954 wurden zusätzlich 850 Tiere aus dem mitteldeutschen Verbreitungsgebiet (Halle/Saale) untersucht und ohne Ausnahme als weibliche Exemplare bestimmt. Bei der Aufzucht von Larven aus Eiern dieser parthenogenetischen Käfer haben sich in den Hohenheimer Laboratoriums- und Freilandzuchten wieder nur Weibchen entwickelt. *Im Untersuchungszeitraum 1951 bis 1954 fand demnach als einzige Fortpflanzungsart Thelytokie statt.*

Die frisch in der Puppenwiege geschlüpften Käfer sind zunächst noch nicht fortpflanzungsfähig. Bis zum Eintritt tiefer Temperaturen vollzieht sich jedoch eine allmähliche Ausreifung der Geschlechtsorgane, die meist bis Anfang November zum Abschluß kommt. Während die Eituben und Ovidukte nach dem Schlüpfen ungefähr die Länge der Endkammern haben, erfolgt bis zum Winter eine mäßige Verlängerung der Ovariolen und Eileiter. In diesem Entwicklungszustand erscheinen die Tiere im März oder April zum Reifungsfraß auf dem Felde. Schon drei bis vier Tage nach der ersten Nahrungsaufnahme strecken und verdicken sich die Ovarien, die Eileiter bekommen infolge der sich gegen die Ausführungsgänge vergrößernden Eier ein perlschnurartiges, später traubiges Aussehen und wachsen bis zum Beginn der Eiablage auf mehr als die fünffache Länge der Ovariolen an.

Bei Zimmertemperaturen (18–20° C) dauerte es vom Erscheinen der Käfer bis zur Ablage der ersten Eier 13 Tage, bei 28–30° C nur 6 Tage. Im Falle der Nahrungsaufnahme kam die Eireifung bereits bei 6° C in Gang.

Vor jedem Eischub dringt *B. ligustici* nach Möglichkeit zu den Wurzeln seiner Wirtspflanzen vor. Nach Lincoln & Palm (1941) werden an Luzerne die meisten Eier in der obersten Bodenschicht (bis zu 10 cm Tiefe) nahe dem Wurzelhals abgelegt. In Hohenheim waren die Gelege an Rotklee im allgemeinen in 1,3 bis 4,4 cm Tiefe zu finden. Unterschiede in der Tiefenlage konnten auf Bodenbeschaffenheit und Wurzelausbildung zurückgeführt werden. In lockeren, mäßig feuchten Böden lagen die Eier tiefer, während sie in trockenen, harten oder nassen Böden oft nur am Wurzelhals der Wirtspflanzen hafteten bzw. in Ritzen oder Gänge anderer bodenbewohnender Tiere geschoben wurden und so in größere Tiefen herabfallen konnten. Nach Lehmann & Klinkowski (1942) sowie Wassiliew (zit. bei Jørgensen 1953) erfolgten die ersten Eiablagen ungefähr drei bis vier Wochen nach dem Verlassen der Winterquartiere, nach Mühle & Fröhlich (1951) um Mitte Mai, in Dänemark (Jørgensen 1953) Anfang Juni. *Nach unseren Beobachtungen sind neben dem Vorhandensein reifer Eier Temperaturmittel von mindestens 12–13° C an mehreren Tagen er-*

forderlich, um die Eiablage in Gang zu bringen und für längere Zeit aufrechtzuerhalten (s. Abb. 9). Dieser Wert behält seine Gültigkeit für die Dauer der gesamten Ovipositionsperiode.

Die Eier werden einzeln oder in Gruppen abgelegt. Die Größe der Eischübe schwankt bei den einzelnen Käfern im Verlauf der Eiablageperiode sehr stark.

Hinweise, wann und in welchem Umfange die Eibildung erfolgte, vermochten wir nur aus dem Eiablageverlauf und bei Untersuchungen der Ovarien zu ersehen.

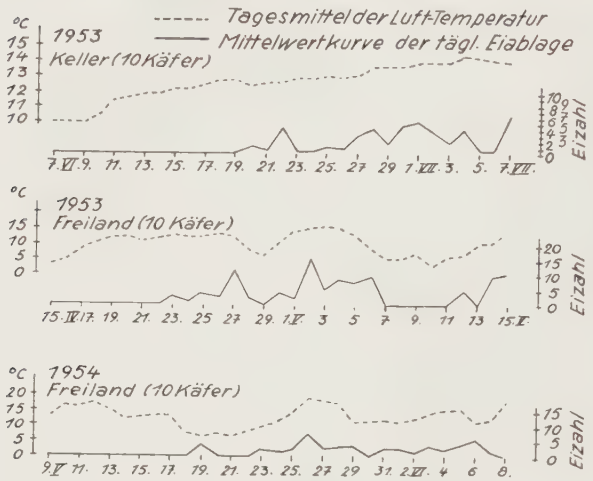


Abb. 9. Beginn der Eiablage von *B. ligustici* L. in Abhängigkeit von der Lufttemperatur. Hohenheim 1953 und 1954. Durchschnittliche tägliche Eiablage von 10 Käfern

Untersuchungen von Lincoln & Palm (1941) ergaben eine durchschnittliche Dauer der Eiablage von 48,9 Tagen. Mühle & Fröhlich (1951) haben in Mitteldeutschland die letzte Eiablage Ende Juni und Jørgensen (1953) in Dänemark im Jahre 1950 am 5. September beobachtet. Tabelle 2 zeigt, wie groß die Unterschiede allein von Jahr zu Jahr im gleichen Areal sein können. *Beginn, Verlauf und Ende der Eiablage stehen zur Temperaturtendenz der Ablagezeit in enger Beziehung. Es ist demnach möglich, aus dem Temperaturmittel der Ovipositionsperiode ungefähre Rückschlüsse auf die Größe der Eiproduktion zu ziehen*[3]). Der Temperatureinfluß wurde ohne Rücksicht auf die Art der von den Käfern aufgenommenen Nahrung

Tabelle 2

Gesamteiproduktion von *B. ligustici* im Thermostat (annähernd konstante Temperaturen) Hohenheim 1952 und 1953. Herkunft der Käfer Rotklee, Fütterung Rotklee (je Versuchsreihe 10 Käfer)

Jahr	Durchschnittliche Gesamteiproduktion Stück	Eiablage Beginn	Eiablage Ende	Dauer (Durchschnitt)	Temperaturmittel der Ablageperiode °C
1952	113	11. 6.	22. 7.	29 Tg.	12 ± 3
1953	110	21. 6.	29. 7.	26 Tg.	12 ± 3
1952	147	23. 4.	6. 7.	43 Tg.	23 ± 2
1953	149	11. 4.	2. 6.	46 Tg.	23 ± 2
1952	201	23. 4.	11. 6.	24 Tg.	27 ± 1
1953	258	7. 4.	2. 6.	27 Tg.	27 ± 1

[3] Da die täglich und insgesamt von *B. ligustici* abgesetzten Eimengen individuell stark schwankten, mußte der jeweilige Durchschnitt der Leistungen aller Tiere einer Versuchsreihe berechnet und als Vergleichsmaßstab herangezogen werden.

(Rotklee bzw. Luzerne) nicht nur unter konstanten Bedingungen im Thermostat beobachtet, sondern machte sich auch bei Wechseltemperaturen (Freiland) geltend. Als Beispiele können die Eiablagebedingungen der Jahre 1953 und 1954 herangezogen werden.

Im März und April 1953 war die Witterung warm und trocken, die Eibildung schritt daher rasch voran. Dadurch konnten die Eier bereits vom 22. bzw. 23. 4. an in größerer Menge und ohne Unterbrechung abgesetzt werden. Während die kühlen Tage um den 10. und 30. Mai die Eiablage hemmten, stieg diese in den warmen Monatsabschnitten beachtlich an. Im Gegensatz zum trockenen Witterungscharakter der drei Vormonate war der Juni ausgesprochen naß und kalt. Durch zeitweiliges Ansteigen der Temperaturen wurden aber erstaunlich hohe tägliche Eiablagen ermöglicht. Im Juli herrschte überwiegend unbeständiges Wetter. Die Eiablage klang zu dieser Zeit schon ab und konnte den Temperaturtendenzen nicht mehr folgen.

Im Jahre 1954 verzögerte sich das Erscheinen der Käfer gegenüber 1953 um 10 Tage, weil der rasche Bodentemperaturanstieg zu Beginn des Monats März in der zweiten Monatshälfte ins Stocken geriet. Der April zeichnete sich durch kühle Temperaturen aus, wodurch der Eiablagebeginn bis zum 19. Mai hinausgezögert wurde. Erst als zwischen dem 24. und 28. Mai warmes und heiteres Wetter einsetzte, konnte ein nennenswerter Teil vorgebildeter Eier abgesetzt werden. Um die gleiche Zeit des Vorjahres hatten die Tiere bereits die Hälfte ihrer Eier abgesetzt. Die Witterung des Juni 1954 brachte große Gegensätze, die sich im Eiablageverlauf deutlich abzeichnen. Das überwiegend kühle und unbeständige Wetter im Juni hemmte die Eibildung nicht, sonst hätte es an warmen Tagen nicht zur Ablage zahlreicher Eier kommen können. Die wenigen Spitzenwerte vermochten das allgemeine Defizit aber nicht auszugleichen. Die geringe Eiablage stand auch hier mit der niedrigen Monatsmitteltemperatur im Zusammenhang.

Die Witterung des Jahres 1953 hatte demnach auf die Fruchtbarkeit von *B. ligustici* einen günstigeren Einfluß als dies vergleichsweise 1954 der Fall war. *Höhere Temperaturen ermöglichen frühe Eibildung und Eiablage, wodurch die Gesamteierzeugung gesteigert wird. Tiefe Temperaturen bedingen langsame Eireifung sowie Verzögerung des Eiablagebeginns und schränken das Vermehrungsvermögen ein.* Die Durchschnittstemperatur während der Ovipositionsperiode läßt ihren Einfluß auf die Fruchtbarkeit von *B. ligustici* klar erkennen. Aber auch die von Tag zu Tag schwankende Temperatur kommt in Unterschieden der täglichen Eimengen zum Ausdruck. Man darf eine deutliche Parallelität von Eiablage- und Temperaturverlauf aber nur dann erwarten, wenn laufend genügend Eier nachgebildet werden. Dieser Idealfall ist selbst zu Beginn der Ablageperiode nicht immer gegeben und besonders an deren Ende, wenn der Eizellenvorrat zur Neige geht, nicht mehr zu beobachten. Im Verlauf der Eiablage folgen daher – auch während günstiger Temperaturperioden – auf Spitzenwerte immer häufiger längere Ablagepausen. Bei höheren Temperaturen, die eine große Eiablage gestatten, wird das Optimum für die Eibildung offenbar überschritten; der regelmäßige Nachschub stockt. Nach längeren, für die Ablage ungünstigen Perioden wurden daher verhältnismäßig hohe tägliche Legeleistungen erzielt.

Die Wirkung tiefer Temperaturen auf die Eiablage kommt in den folgenden Versuchsergebnissen zum Ausdruck: Die Käfer der Reihe KK 1952 (20 Tiere) wurden anfänglich im Arbeitsraum des Instituts bei 16–19° C gehalten. Am 28. 4. kamen sie in einen Keller mit sehr geringen täglichen und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen (die Raumtemperatur hat sich von etwa 11° C zu Beginn auf etwa 16° C am Ende des Versuches erhöht). Die Tiere reagierten auf die plötzliche Temperaturerniedrigung mit Einstellung der Eiablage. Erst nachdem am 20. 5. die 12° C-Grenze erreicht war, wurden am 23. 5. wenige Eier abgesetzt. Am 8. 6. überschritt die Temperatur 13° C. Daraufhin setzte am 11. 6. die Eiablage ein und dauerte bis zum 23. 7.. Da die untere Temperaturschwelle im gesamten Versuchsverlauf nur unwesentlich überschritten wurde, blieb die Gesamteimenge relativ gering. Obwohl die Temperatur auch am Ende der Eiablageperiode über dem Schwellenwert lag, kam die Eiproduktion dennoch zum Stillstand, weil durch das Altern der Eierstöcke vermutlich eine Steigerung der lange Zeit behinderten Eibildung nicht mehr möglich war. Die Annahme wurde durch eine Aufgliederung der Versuchsgruppe KK bestätigt. Halbreihe KK/2 (10 Tiere) wurden vom 7. 5. an bei Temperaturen von 25° C gehalten, während Halbreihe KK/1 (10 Tiere) als Kontrolle im Keller blieb. Eine kurzzeitige Behinderung der Eiablage hat die gesamte Eimenge nicht nur nicht verringert, sondern mit 295 Eiern je Käfer in der Halbreihe KK/2 sogar eine hohe durchschnittliche Eimenge zur Folge gehabt. Die Käfer der Gruppe KK/1 legten dagegen im Durchschnitt nur 113 Eier. Die Eiablageperiode wurde bei KK/1 nur um 13 Tage verschoben, obwohl sie am Anfang des Versuchs 33 Tage unterbrochen war.

Anders liegen die Dinge jedoch bei langanhaltender Unterbindung des Fortpflanzungsprozesses. Die Käfer der Reihe KK 1953 (20 Tiere) wurden vom 3. 4. bis zum 19. 5. 1953 gemeinsam im Keller bei 7–10° C gehalten. Unter diesen Bedingungen vollzog sich die Bildung eines gewissen Eivorrates, der sofort abgesetzt werden konnte, als die Käfer der Halbreihe KK/2 (10 Tiere) am 19. 5. in für die Eiablage günstige Temperatur (25° C) gebracht wurden. Die als Kontrollreihe bei tiefen, für die Eiablage unzulänglichen Temperaturen gehaltenen Käfer der Halbreihe KK/1 begannen erst einen Monat später zu legen als im Keller die 13° C-Schwelle erreicht wurde. Der Reifungsfraß dauerte bei KK/1 79 bei KK/2 48 Tage. Die Gesamteiablage war bei einer Gegenüberstellung der gemittelten Werte sehr gering: KK/1 = 110, KK/2 = 195 Eier. Trotz der günstigen Bedingungen, die später auf die Käfer KK/2 einwirkten, legten diese im Durchschnitt nur 85 Eier – d. h. nur 77 % – mehr als die KK/1-Tiere. Die Durchschnittszahlen für die Eiablage bei dauerndem Kelleraufenthalt stimmen für KK/1 1952 mit 113 Eiern und KK/1 1953 mit 110 Eiern gut überein. *Eine länger anhaltende Behinderung der Eiablage brachte im Gegensatz zu einer kurzzeitigen Unterbrechung fühlbare Einschränkungen des Vermehrungsvermögens von B. ligustici mit sich,* wie dies auch beim Vergleich der Freilandablage der Jahre 1953 und 1954 ersichtlich ist. 1953 dauerte die Ablageverzögerung bei KK/2 ebenfalls 30 Tage; die Ovipositionsperiode wurde wiederum nur um 11 Tage verschoben.

Die hemmende Einwirkung hoher Temperaturgrade auf die Eiproduktion geht aus folgenden Versuchen hervor: Die Käfer der Reihe WK/1952 (20 Tiere) begannen im Laboratorium am 23. 4. bei Temperaturen zwischen

15 und 20° C mit der Eiablage. Da die Tiere am 10. 4. unmittelbar nach dem Aufstieg eingesammelt wurden, dauerte der Reifungsfraß unter diesen Bedingungen nur 13 Tage. Am 28. 4. kamen die Käfer in den Thermostat, der auf 30° C eingestellt war. Die plötzliche Erhöhung der Temperatur führte am 29. und 30. 4. zu einem Rückgang der Eizahl, erst am 1. und 2. 5. stieg die Eiablage zu ihrem höchsten Gipfelpunkt an, um im weiteren Verlauf nicht wieder die gleiche Höhe zu erreichen. Vom 3. und 4. 5. an verringerte sich die Eimenge allmählich immer mehr. Es ergab sich die Frage, ob die Eiablage durch längere Einwirkung höherer Temperaturen lediglich abgedrosselt wurde oder irreversible Schädigungen der Geschlechtsorgane eingetreten waren. Wir zweigten daher am 6. 6. 10 Käfer als Halbreihe WK/2 ab und setzten sie in einen tieferen Temperaturbereich (25–28° C). Die Reihe WK/1 verblieb als Kontrollreihe weiter bei 30° C. Die WK/2-Tiere setzten daraufhin die Eiablage mit kurzen Unterbrechungen bis zum 12. 8. fort. In Reihe WK/1 hörte diese dagegen schon am 6. 7. auf. Im Vergleich zu den Tieren der Kontrolle NK, die ebenfalls im Thermostat, jedoch bei tieferen Temperaturen gehalten wurden, legten die WK-Käfer in beiden Reihen mehr Eier ab (s. Tab. 3). *Bei längerer Einwirkung höherer Temperaturen bis 30° C war demnach noch keine Schädigung der eibildenden Organe erfolgt.* Aus der Tatsache, daß die Freilandtiere sämtlicher Versuchsjahre mehr Eier ablegten als die bei höheren Temperaturen im Thermostat gehaltenen Käfer ergibt sich weiter, daß die innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs auftretenden Wärmeschwankungen erträglicher sind als konstante Temperaturen.

Tabelle 3

Eiablage von *B. ligustici* bei höheren Temperaturen, Thermostat, Herkunft der Käfer Rotklee, Fütterung Rotklee

Versuchsreihe	Erste Eiablage	Letzte Eiablage	Durchschn. Dauer der Eiablage	Durchschn. Gesamteiproduktion (10 Tiere)	Temperaturmittel der Eiablageperiode
	Datum	Datum	Tage	Stck.	° C
WK/1	23. 4. 52	5. 7. 52	45	204	28,8
WK/2	23. 4. 52	12. 8. 52	54	202	27,0
NK	23. 4. 52	6. 7. 52	43	147	24,3
WK/1	7. 4. 53	5. 5. 53	22	243	29,6
WK/2	7. 4. 53	2. 6. 53	27	258	25,8
NK	14. 4. 53	2. 6. 53	26	149	22,9

Nach Auffassung der meisten Autoren bevorzugt *B. ligustici* als Fraß- und Brutpflanze die Luzerne. Auf den Feldern bei Stuttgart beobachteten wir jedoch, daß der Schädling fast ausschließlich Rotklee befällt, Luzerne dagegen meidet, obwohl diese dort ebenfalls angebaut wird. Wäre Luzerne die bevorzugte Wirtspflanze, müßte sie gerade bei seltenem Vorkommen erst recht dem Käfer- und Larvenfraß zum Opfer fallen. Unsere Feststellungen ließen die Vermutung aufkommen, daß es innerhalb der Art von *B. ligustici* verschiedene, bestimmte Fraß- und Brutpflanzen bevorzugende Rassen gibt. In diesem Falle war bei veränderter Nahrung unter sonst gleichen Bedingungen eine Änderung gewisser physiologischer Leistungen zu erwarten. Um einen etwaigen Einfluß der Nahrungsqualität (Art der Nah-

Tabelle 4

Ablagedaten und Zahlen der Eier von *B. ligustici* (Herkunft von Rotklee und Luzerne) bei Fütterung mit verschiedenen Nahrungspflanzen und bei verschiedenen Temperaturen (Durchschnitt von 10 Tieren)

Jahr	Herkunft der Käfer (Wirtspflanzen und Ort)	Aufenthalt im Versuch	Temperaturmittel (°C)	Nahrung	Beginn der Eiablage (Dat.)	Ende der Eiablage (Dat.)	Dauer der Eiablageperiode (Tage)[1]	Gesamteiproduktion (Stck.)[1]
1953	Möhringen							
	Rotklee	Freiland	14,5	Rotklee	23. 4.	19. 7.	74	476
	Rotklee	Freiland	14,5	Luzerne	22. 4.	17. 7.	79	162
1954	Möhringen							
	Rotklee	Freiland	12,7	Rotklee	19. 5.	7. 8.	57	296
	Rotklee	Freiland	12,7	Luzerne	19. 5.	15. 8.	35	63
1954	Halle/S.							
	Luzerne	Freiland	12,7	Rotklee	3. 6.	3. 8.	33	153
	Luzerne	Freiland	12,7	Luzerne	5. 6.	28. 7.	25	77
1953	Möhringen							
	Rotklee	Thermostat	22,5	Rotklee	11. 4.	2. 6.	26	149
	Rotklee	Thermostat	22,5	Luzerne	13. 4.	12. 5.	15	43
1954	Möhringen							
	Rotklee	Thermostat	22,0	Rotklee	15. 5.	10. 8.	50	334
	Rotklee	Thermostat	22,0	Luzerne	13. 5.	1. 9.	48	216
1954	Möhringen							
	Luzerne	Thermostat	22,2	Rotklee	6. 5.	19. 7.	51	482
	Luzerne	Thermostat	22,2	Luzerne	11. 5.	13. 8.	44	183
1953	Halle/S.							
	Luzerne	Thermostat	21,9	Rotklee	7. 5.	13. 7.	31	108
	Luzerne	Thermostat	21,9	Luzerne	7. 5.	10. 7.	11	7
1954	Halle/S.							
	Luzerne	Thermostat	22,0	Rotklee	23. 5.	9. 8.	40	297
	Luzerne	Thermostat	22,0	Luzerne	16. 5.	15. 8.	34	202

[1] Werte auf ganze Zahlen auf- bzw. abgerundet.

rung) auf die Eiablage feststellen zu können, wurden Versuche mit Käfern aus zwei verschiedenen Befallsgebieten angesetzt, die sich nachweislich an artverschiedenen Wirtspflanzen entwickelt hatten. 1953 sowie 1954 standen Rotkleekäfer aus der Umgebung von Hohenheim und Luzernekäfer aus Mitteldeutschland[4] zur Verfügung. Außerdem gelang es uns, einige Käfer einzubringen, die sich auf einem Luzernebestand in Möhringen bei Stuttgart entwickelt hatten. Mit den Käfern jeder Herkunft stellten wir zwei Gruppen zusammen und hielten bei sonst gleichen Außenbedingungen die eine bei Rotklee-, die andere bei Luzernenahrung im Freiland bzw. Laboratorium (Petrischalen-⌀ 9 cm mit Drahtgazedeckel). Das Futter stammte von Rotklee- bzw. Luzerneneuansaaten (unter Deckfrucht) aus den Gemar-

[4] Herrn Dr. H.-W. Nolte, Aschersleben, verdanke ich die Besorgung von lebenden Käfern im Jahre 1953. Herr Dr. K. Hubert, Halle/Saale, ermöglichte mir im Jahre 1954 in dankenswerter Weise einen Aufenthalt zum Studium des Schädlings und zum Sammeln von Untersuchungsmaterial im dortigen Befallsgebiet.

Tabelle 5

Nahrungsmenge und Gesamteiproduktion von *B. ligustici* Hohenheim 1952. Rotkleefütterung, Versuchstiere aus Echterdingen, eingebracht nach Rotkleeumbruch im Frühjahr 1952. Temperaturmittel der Eiablageperiode 24,5 ± 2,5° C

Versuchsreihe	Fütterungsfolge	durchschnittliche Gesamteiproduktion (je 10 Tiere) Stck.	Eiablage Beginn Datum	Eiablage Ende Datum	durchschnittl. Dauer (je 10 Tiere) Tage
NK	täglich	147	23. 4.	6. 7.	43
HK/1	an jedem	97	23. 4.	9. 6.	41
HK/2	3. Tage	73	23. 4.	25. 8.	55

kungen Stuttgart-Hohenheim, Plieningen und Birkach. In allen Reihen und Jahren fielen ohne Rücksicht auf die Art des Futters Höhepunkte der Eiablage regelmäßig mit Temperaturhöchstwerten zusammen. Die in Tab. 4 zusammengefaßten Ergebnisse zeigen, daß *die mit Rotklee gefütterten Tiere die Legeleistungen der mit Luzerne gefütterten Reihen weit übertrafen, gleichgültig, ob sie ihre Entwicklung an Rotklee oder Luzerne vollzogen hatten.* Die deutlich geringeren Eimengen der aus Mitteldeutschland stammenden Käfer sind wahrscheinlich auf Akklimatisationsschwierigkeiten zurückzuführen. Trotz dieser allgemeinen Beeinträchtigung des Vermehrungsvermögens kamen die durch verschiedenartige Ernährung verursachten Unterschiede der Gesamteimengen gut zum Ausdruck.

Im Verlauf der Versuche war anhand der Fraßstellenzahl und -größe beobachtet worden, daß die Käfer der Rotkleefutterreihen täglich mehr Nahrung aufnahmen als die der Luzernereihen. Das Verhältnis der gefressenen Blattsubstanz von Luzerne zu Rotklee verhielt sich wie 1 : 2,5. *Es kann als ziemlich sicher gelten, daß die höhere Eiablageleistung der Rotkleekäfer durch die größere Nahrungsmenge erreicht wurde.* Ob der Rotklee für *B. ligustici* gleichzeitig auch eine höhere Wertigkeit als Luzerne besitzt, könnte nur bei Zuführung gleicher Anteile verdaulicher Nährstoffe ermittelt werden. Da die Tiere Rotklee bevorzugen, dürfte für sie dessen Geschmack denjenigen der Luzerne übertreffen; dieser Faktor beeinflußt daher die Eiablage indirekt über die größere Nahrungsaufnahme.

Die Abhängigkeit der Eiproduktion von der absoluten Nahrungsmenge war bereits 1952 in einem Nahrungsmangelversuch (s. Tab. 5) zu erkennen. Nachdem die Eiablage am 23. 4. begonnen hatte, erhielten die Käfer (Versuchsreihe HK, 20 Tiere) vom 29. 4. an nur jeden dritten Tag frisches Futter. An Hungertagen legten wir Blätter von Gräsern ein, die von *B. ligustici* nicht gefressen werden. Die Eischübe waren daraufhin meist von zweitägigen Pausen unterbrochen. Der Fütterungsrhythmus kam zeitlich verschoben bei der Eiablage zum Ausdruck. Die wenigen Eier wurden fast ausschließlich am ersten Hungertage abgelegt, worauf am zweiten Hungertage und dem folgenden Fütterungstage eine Legepause eintrat. Schon vom 17. 5. an wurde die Eiablage stark eingeschränkt. Obwohl der Temperaturverlauf weiterhin günstig war, hörte die Eiablage am 13. 6. auf; *also verursacht vorübergehender Nahrungsentzug sofort eine Eiablagepause, nachfolgende Nahrungsaufnahme jedoch führt zu erneuter Eiablage.*

Nach einmonatiger Ablagepause wurde die Versuchsreihe HK geteilt, 10 Tiere (Halbreihe HK/1) wurden weiterhin unzulänglich ernährt; sie legten

bis zu ihrem Tode keine Eier mehr ab. Die übrigen 10 Tiere (Halbreihe HK/2) erhielten vom 8. 7. an täglich frische Nahrung und begannen am 16. 7. wieder Eier abzulegen. *Ungenügende Ernährung setzt das Vermehrungsvermögen der Käfer zwar herab, jedoch bleibt die Fähigkeit zur Eiproduktion erhalten.* Daraus ist abzuleiten, daß *B. ligustici* nach jedem Eischub gezwungen ist, die Eiablageorte zu verlassen, um durch Nahrungsaufnahme für ausreichenden Energienachschub zu sorgen. Aus dem gleichartigen Verhalten der Käfer sämtlicher Herkünfte in der Wahl des Futters und bei der Eiproduktion folgt, daß in unserem Fall keine Aufspaltung der Art *B. ligustici* in physiologische Rassen vorliegen kann. Für die Entstehung der Ansicht, der Schädling bevorzuge die Luzerne als Nahrungs- und Brutpflanze, bleibt demnach nur eine Erklärung: Da alle wesentlichen Untersuchungen über *B. ligustici* bisher in seinen Massenverbreitungsgebieten, die wegen ihrer Klima- und Bodeneigenschaften gleichzeitig auch hervorragende Luzerneanbaugebiete darstellen, durchgeführt wurden, war es naheliegend, die Luzerne als bevorzugte Wirtspflanze anzusehen. Die Trokkenperioden des vergangenen Jahrzehnts haben gelehrt, daß *B. ligustici* auch in Rotkleeanbaugebieten sehr stark überhand nehmen kann, wenn günstige klimatische Bedingungen seine Entwicklung in einem für ihn sonst nicht günstigen Verbreitungsbezirk fördern. Daher ist der von Rademacher (1954 a) vorgeschlagene deutsche Name „Klee-Luzernerüßler" für *B. ligustici* berechtigt.

Bisher glaubte man (Claasen & Palm 1935), daß *B. ligustici* ungefähr 10 Tage nach der Eiablage stirbt. Unsere Untersuchungen lieferten jedoch Anhaltspunkte dafür, daß die Dauer des Senium vom Ablauf der vorhergehenden Lebensabschnitte abhängt. Sie wurde in Laboratorium und Freiland bei längerer Einwirkung höherer Temperaturen verkürzt, unter dem Einfluß tiefer Temperaturen dagegen verlängert. Die längste Lebensdauer eines im Freiland gehaltenen Käfers betrug vom Erscheinen an der Oberfläche an gerechnet 12 Monate. Ein im Keller gehaltener Käfer erreichte ein Alter von 15 Monaten. Jørgensen (1953) will eine zweite Ovipositionsperiode beobachtet haben und stützt seine Feststellungen auf Untersuchungen von Lincoln & Palm (1941). Die amerikanischen Autoren fanden nämlich, daß *B. ligustici* in durchlässigen Böden bereits in 2–3 cm Tiefe überwintern kann, auch wenn diese bis zu größerer Tiefe durchfrieren. Wie wir jedoch der Veröffentlichung von Lincoln & Palm (1941) entnehmen, experimentierten sie mit Jungkäfern, welche noch keine Eier abgelegt hatten. Die verschiedenartige Kondition der Käfer während der ersten und einer evtl. zweiten Überwinterung verbietet einen Vergleich der beiden Versuchsergebnisse. Auch wenn die Käfer den auf die Eiablage folgenden Winter in geschützten Lagen (Kellerversuch) überdauern konnten, starben sie spätestens zu Beginn oder im Verlauf der nächsten Vegetationsperiode, ohne noch einmal Eier abgelegt zu haben. *Auf Grund der von uns durchgeführten anatomischen Untersuchungen halten wir eine Überwinterung der Altkäfer auf dem Felde für fragwürdig, die Wiederaufnahme der Eiablage im folgenden Frühjahr für ausgeschlossen.*

Für die im einzelnen besprochenen Lebensabschnitte der Imago ergibt sich somit eine Gesamtdauer von 10 bis 17 Monaten.

2. Eistadium

Sowohl im Laboratoriums- als auch im Freilandversuch (Erdkästen) enthielten die Gelege neben den sich verfärbenden Eiern stets verschieden hohe Anteile weißbleibender Eier, aus denen keine Larven schlüpften. Um den Prozentsatz weißbleibender Eier und die Ursache dafür zu ermitteln, wurden im Verlaufe der Ablageperiode 1953 aus verschiedenen Eiablageversuchsreihen je 10 Gelege bei 23,5° C in Hygrostaten über Aqua dest. bebrütet (s. Tab. 6). Auffallend hohe Anteile nicht entwicklungsfähiger Eier traten auf, sobald die Käfer vor Beginn der Eiablage einer Kälteeinwirkung ausgesetzt waren, oder wenn sie mit Luzerne gefüttert wurden. Der Zusammenhang zwischen der Entwicklungsfähigkeit der Eier und der auf die Käfer einwirkenden Temperatur bzw. von ihnen aufgenommenen Nahrung bestand sowohl bei Rotkleekäfern aus Hohenheim als auch bei Luzernekäfern aus Mitteldeutschland. Selbst unter optimalen Haltungsbedingungen wurde ein gewisser Prozentsatz nicht entwicklungsfähiger Eier abgesetzt. Die geschlüpften Larven zeigten, auch wenn sie Gelegen mit hohem Anteil nicht entwicklungsfähiger Eier entstammten, keine habituellen oder physiologischen Anomalien.

Die unmittelbare Wirkung äußerer (klimatischer) Faktoren auf entwicklungsfähige Eier geht aus Ergebnissen von Untersuchungen an 22 244 Eiern unter 80 verschiedenen annähernd konstanten Bodentemperatur- und Feuchtigkeitskombinationen hervor. Die Eier wurden 1 bis 24 Stunden nach der Ablage aus den Käferzuchtbehältern in die mit Lößboden gefüllten Brutschalen übertragen, um die Versuchsanstellung methodisch den natürlichen Bedingungen weitgehend anzupassen.

Tabelle 6

Anteil weißbleibender (nicht entwicklungsfähiger) Eier von *B. ligustici* in Abhängigkeit von Käfernahrung und Temperatur des Käferaufenthaltsortes, Hohenheim 1953

Herkunft der Käfer (Freiland)	Aufenthaltsort der Käfer im Versuch	Fütterung im Versuch	Haltungsbedingungen der Käfer im Versuch	Anzahl beobacht. Eier	Anteil weißbleib. Eier %
Rotklee Hohenheim	Freiland	Rotklee	Freiland-Temp.-Gang	247	11,5
			Kältebehandlung	128	46,5
Rotklee Hohenheim	Freiland	Luzerne	Freiland-Temp.-Gang	140	46,6
			Kältebehandlung	187	68,5
Rotklee Hohenheim	Thermostat	Rotklee	bei 20° C gehalten	189	16,5
			Kältebehandlung	140	56,0
Rotklee Hohenheim	Thermostat	Luzerne	bei 20° C gehalten	163	32,2
			Kältebehandlung	127	44,7
Luzerne Halle/S.	Thermostat	Rotklee	bei 20° C gehalten	106	44,0
			Kältebehandlung	139	50,0
Rotklee Hohenheim	Keller	Rotklee	Käfer ständig im Keller bei 8–15° C	168	62,7
Rotklee Hohenheim	Keller	Rotklee	Käfer 17 Tage im Keller bei 8–9° C, dann im Thermostat bei 19–25° C	122	28,6

Die Versuche wurden nur in einfacher Wiederholung durchgeführt; die Resultate sind daher nur als Anhaltspunkte zu werten.

Lincoln & Palm (1941) fanden bereits in den Jahren 1937/38, daß die Eier des Klee-Luzernerüßlers bei konstanten Temperaturen zwischen 10 und 29,5° C sowie 3 bis 33 % Bodenfeuchtigkeit entwicklungsfähig sind. *In Hohenheim lagen die günstigsten Bedingungen für die Entwicklungsfähigkeit der Eier zwischen 16 und 21° C und 12 bis 27 Gew.% Bodenfeuchtigkeit.* Darüber hinaus entwickelten sich Eier in wechselnden Anteilen im Bereich von 11 bis 30° C und 5 bis 40 Gew.% Bodenfeuchtigkeit. Dauernder Aufenthalt bei 10° C und darunter verhinderte ohne Rücksicht auf die Feuchtigkeitskombination eine Entwicklung. Die obere tödliche Temperaturschwelle ergab sich im Experiment bei 32° C in sämtlichen Feuchtigkeitsstufen. Es folgt daraus, daß die Eier von *B. ligustici* gegen übermäßige Austrocknung recht gut geschützt sind. Andererseits entwickelte sich ein ziemlich hoher Anteil in einer weiten Temperaturspanne bei sehr hoher Bodenfeuchtigkeit. Nur bei oberflächlicher Eiablage und trockenem Wetter wird die Überlebensrate des Eistadiums verringert. Wir fanden nämlich, daß die Entwicklung der Eier nur bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von über 70 % stattfindet.

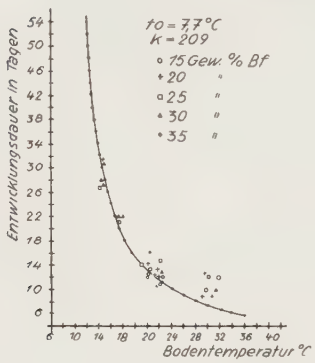


Abb. 10. Entwicklungsdauer der Eier von *B. ligustici* L. in Abhängigkeit von der Bodentemperatur. Hohenheim 1953. (Theoretische Entwicklungsdauerhyperbel und beobachtete Entwicklungsdauer bei verschiedener Bodenfeuchtigkeit)

Als Dauer der Embryonalentwicklung stellten Claasen & Palm (1935) und Lincoln & Palm (1941) allgemein eine solche von 15 bis 22 Tagen fest. Bei Temperaturen von 24 bis 29° C soll die Eizeit 9 bis 10 Tage und bei 10° C 24 Tage andauern. Nach Angaben der zuletzt genannten Autoren wird die Eizeit bei geringer Bodenfeuchtigkeit (3 %) verlängert, die Entwicklung unter 2,5 % unterbunden. Wassiliew (zit. bei Jørgensen 1953) berichtet, daß die gegen Ende der Oviposition sperioden abgesetzten Eier eine längere Entwicklungszeit hatten als früher abgelegte. Bei der täglichen Kontrolle unserer Vitalitätsversuche erwies sich die Entwicklungsdauer in erster Linie als eine Funktion der Bodentemperatur (s. Abb. 10). Da sich keine bedeutsame Wirkung der Bodenfeuchtigkeitsverhältnisse feststellen ließ, sind für die Berechnung der Blunck-Bodenheimerschen Gleichung zur Darstellung der Hyperbel die Temperaturstufen in ihrer Kombination mit 15–25 Gew.% Bodenfeuchtigkeit herangezogen worden. Im Experiment war die kürzeste Entwicklungsdauer von 9 Tagen bei 29,1° C zu beobachten. Bei 31° C wurde die Entwicklung unvermittelt abgebrochen, die Eier entließen bei Daueraufenthalt in diesem Wärmebereich keine Larven. Unter 10° C wurde die Entwicklung so stark verzögert, daß ihre Dauer im Versuch (128 Tage) nicht zu ermitteln war. Der nach Blunck (zit. b. Friederichs 1930) errechnete Entwicklungsnullpunkt ergab sich bei 7,7° C, die Thermalkonstante beträgt 209. Ein Freilandversuch, in welchem 83 Eier bei einer Bodenfeuchtigkeit von 20–30 Gew.% dem natürlichen Gang der Bodentemperatur ausgesetzt waren, ergab als Thermalkonstante 213 und bestätigt die Verwendbarkeit der Wärmesummenregel für Voraussagen der Entwicklungsdauer.

3. Larvenstadium

Etwa am vorletzten und letzten Tage vor dem Schlüpfen verfärbt sich die Kopfkapsel des Embryo und man erkennt Öffnungs- und Schließbewegungen der Mandibeln sowie Drehungen des Kopfes. Der Schlüpfvorgang dauert, gemessen von der Zerreißung des Chorion bis zur endgültigen Befreiung aus dem Ei, etwa 5 bis 15 Minuten.

Das rasche Wachstum der Larven erfordert in kurzen Zeitabständen aufeinanderfolgende Häutungen in einer am Fraßort angefertigten Erdzelle. Etwa 48 Stunden zuvor stellen die Tiere Nahrungsaufnahme und Bewegung ein. Der Kopf der gehäuteten Larve ist weiß, dunkelt dann aber mit den Mandibelspitzen beginnend, im Laufe der folgenden zwei bis drei Tage nach. Nach drei- bis fünftägiger Unterbrechung können Fraß und Wanderung fortgesetzt werden. Die Zahl der Häutungen wurde von WASSILIEW (zit. b. JØRGENSEN 1953) mit 7 angegeben. Er benutzte zur Kennzeichnung der einzelnen Entwicklungsstufen das Körpergewicht und die Länge der Larven. Beide Maßeinheiten gestatten jedoch keine genaue Unterscheidung der Stadien. Bisher verhinderte die schwierige Aufzucht und Haltung der Larven eingehende Beobachtungen über die Häutungsfolge sowie lückenlose Messungen der Stadien ein und desselben Individuums. Man findet daher in der Literatur bei Angaben über das Alter immer nur Durchschnittswerte aus Messungen abgetöteter Larven der verschiedensten Entwicklungsstadien. PALM (1935) hat den Larvenstadien von *B. ligustici* folgende Kopfkapselbreiten zugeteilt:

Stadium:	I	II	III	IV	V	VI	VII
Kopfkapselbreite in mm:	0,40	0,59	0,80	1,14	1,51	1,84	2,23

Nachdem es uns in Hohenheim gelungen war, die günstigsten Bodenfeuchtigkeitsbedingungen für das Larvenleben zu finden und zu regeln, konnten fortlaufende Häutungsreihen erfaßt werden (s. Tab. 7). Die überwiegende Mehrzahl der Larven häutete sich in unseren Laboratoriumszuchten bei 23° C und 15–20 Gew.% Bodenfeuchtigkeit siebenmal. Bei etwa 30 % der Tiere trat nicht nur bei Ernährung mit Rotklee und Luzerne (in Beobachtungsrahmen), sondern auch bei Möhrenfütterung (in Schalenversuchen) eine Vermehrung der Häutungen auf acht, ganz vereinzelt auch auf neun ein. Manchmal erfolgten Häutungen ohne sichtbares Wachstum. Dagegen war niemals eine Verminderung der Stadien festzustellen. Unter Berücksichtigung der erwähnten Anomalien darf die Kopfkapselbreite daher nur mit Vorsicht zur Kennzeichnung der Stadien herangezogen werden.

Tabelle 7

Kopfkapselbreiten der Larvenstadien von *B. ligustici*

Stadium	Anzahl der Meßwerte	kleinste Breite	größte Breite	Kopfkapselbreite mm (Mittelwert)	Differenz mm	t	p %
I	271	0,222	0,429	0,374	0,203	38,4	0,1
II	93	0,482	0,688	0,577	0,354	22,1	0,1
III	40	0,804	1,110	0,931	0,281	11,2	0,1
IV	54	1,154	1,376	1,212	0,288	17,1	0,1
V	45	1,416	1,598	1,500	0,319	18,7	0,1
VI	103	1,690	1,998	1,820	0,550	27,5	0,1
VII	197	2,020	3,019	2,370	—	—	—

Über den Ablauf der Larvenentwicklung stehen sich zwei gegensätzliche Meinungen gegenüber. Wassiliew (zit. b. Jørgensen 1953), Lehmann & Klinkowski (1942) und Mühle & Fröhlich (1951) vertreten die Ansicht, daß die meisten Larven ihre volle Entwicklung erst während des Sommers, der auf das Schlüpfjahr folgt, erlangen. Palm (1935) und Lincoln & Palm (1941) fanden im Gegensatz dazu im Herbst des Schlüpfjahres fast durchweg ausgewachsene Larven. Lediglich die noch nicht vollentwickelten Tiere sollen ein zweites Mal als Larve überwintern. Jørgensen (1953) bestätigt für Dänemark die amerikanischen Beobachtungen. Wir fanden bei den Kontrollen der Felder auf Larvenbefall stets Tiere der verschiedensten Größen (s. Tab. 8). Da in den Jahren 1951 bis 1953 eine Ermittlung des jeweiligen Entwicklungsgrades anhand der Kopfkapselbreite noch nicht möglich war, mußte zu dessen Feststellung das Entwicklungsexperiment herangezogen werden. Wir stießen dabei auf einige allgemein gültige Zusammenhänge, die zur Klärung der auseinanderstrebenden Meinungen beitragen können: Am 21. 11. 1952 wurden in 6 mit gesiebter Erde gefüllte Blechgefäße (22 × 22 × 15 cm mit gelochtem Boden, Lochdurchmesser 1,0 mm) je 50 am Tage zuvor im Freiland ausgegrabene Larven gebracht. Die Tiere hatten eine Kopfkapselbreite von mindestens 1,5 mm. Die Behälter waren der Versuchsfrage entsprechend entweder von Pflanzenwuchs frei oder mit Rotklee bzw. Luzerne bepflanzt. Am 1. 10. 1953 erfolgte die Kontrolle der Gefäße (s. Tab. 9).

Dabei fanden wir in den Gefäßen der Versuchsreihe „ohne Nahrung" im Durchschnitt 6 % Puppen und 75 % Käfer. Insgesamt hatten demnach 81 % der Tiere ihre Larvenentwicklung vollenden können. Da sich Larven ohne Nahrungsaufnahme nicht weiter entwickelten, mußte die obengenannte Anzahl im Herbst 1952 bereits das VII. Stadium erreicht haben, was sich mit

Tabelle 8

Entwicklungsgrad der Larven von *B. ligustici* im Herbst des Eiablagejahres (Feldgrabungen Gemarkung Stuttgart-Möhringen, Rotklee auf feinsandigem Lehmboden)

Schlüpfjahr	Fundort	Bodenklima (April—Oktober) durchschnittl. Bodentemp. °C	durchschnittl. Bodenfeuchte Gew. %	Datum der Grabungen	Anzahl je qm und Stadien der freigelegten Larven I	II	III	IV	V	VI	VII	insges.
1951	Rotklee Neuansaat Sindelbach	14,9	25,7	25.–29. 9. 51			0,2	1,6	8,1	12,7	26,8	49,4
1952	Rotklee Neuansaat Körschbach	15,5	21,1	26.–29. 10. 52				0,5	2,1	10,3	17,5	30,4
1953	Rotklee Neuansaat Landhaus	15,3	27,5	17.–18. 10. 53				1,7	4,0	8,1	10,0	23,8
1954	Rotklee Neuansaat Vaihinger Weg	13,7	28,1	2.– 4. 11. 54	6,4	7,1	3,0	5,5				22,0

den amerikanischen Beobachtungen deckt. Die in sämtlichen Reihen aufgetretene Sterblichkeit war in der Hungerreihe naturgemäß größer. Kannibalismus wurde niemals beobachtet. In den Reihen 2 und 3 hatten die im Herbst noch nicht erwachsenen Larven nach der Überwinterung Gelegenheit weiterzufressen. Die Sterblichkeit war daher geringer. Ähnliche Ergebnisse lieferte ein zur gleichen Zeit angesetzter Fütterungsversuch im Keller des Instituts.

Schon aus Tab. 8 ging hervor, daß der Entwicklungsgrad der Larven im Herbst des Eiablagejahres zu den Witterungsbedingungen der Fraßzeit in Beziehung stehen muß. Dieser Zusammenhang wurde durch einen im Sommer und Herbst 1954 durchgeführten Laboratoriumsversuch (s. Tab. 10) klar herausgestellt. Unter Zucht- und Haltungsbedingungen, die im Kapitel IV. 2. beschrieben sind, wurden je 50 Larven (L1) in die auf bestimmte Bodenfeuchtigkeit eingestellten und mit Nahrung (flache Möhrenscheiben) versehenen Erdschalen gebracht und in verschiedenen konstanten Temperaturbereichen in einem Thermostat gehalten. *Der unterschiedliche Verlauf der Larvenentwicklung hängt im wesentlichen von der Bodentemperatur ab, während die Bodenfeuchtigkeit höchstens als temperaturregelnder Faktor (Wärmeleitfähigkeit des Bodens) von Bedeutung sein kann.* Die erfolgreiche Weiterentwicklung der aus dem Laboratorium und Freiland stammenden Larven während des Spätherbstes und Winters im Thermostat beweist, daß die frühere oder spätere Einstellung der Larvenentwicklung im Freiland auf das Absinken der Temperatur zurückzuführen, also weitgehend äußerer Natur ist. Außerdem wissen wir aus einer Veröffentlichung von Lincoln & Palm (1941) und eigenen Beobachtungen, daß die Entwicklung der Larven an einigen Wirtspflanzenarten langsamer erfolgt. Die unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeit gleichaltriger Tiere zeigte sich im Freilandzuchtbeet und Laboratorium (s. Tab. 11) immer wieder, selbst wenn diese denselben Gelegen entstammten und unter vollkommen gleichartigen Bedingungen gehalten wurden. In einem anderen Versuch wurden 6 aus Eiablagen des Jahres 1951 stammende Larven, die im Herbst 1952 noch nicht verpuppt waren, weiter beobachtet. Sie benötigten zu ihrer Entwicklung zwei Jahre, da sie sich erst 1953 zur Puppe verwandelten (s. Tab. 12). Alle 6 Tiere haben 1952 stark gefressen, 1953 jedoch nur die Larven 1, 4 und 6; Larve 4 hat sich im gleichen Jahre zum letzten Male gehäutet. Alle übrigen waren bereits vor der Überwinterung voll erwachsen.

Tabelle 9

Entwicklung von je 50 im Herbst des Schlüpfjahres eingebrachten Larven von *B. ligustici* in Abhängigkeit von der Nahrung. Hohenheim 1952/53. Temperatur 10–16° C, Bodenfeuchtigkeit 20 Gew.%

Versuchsreihe	Ernährung	Freigelegte Stadien (Mittelwerte aus 2 Wiederholungen in v. H.)								
		Larven		Puppen		Käfer		insges. fehlend	Puppen u. Käfer insges.	Larven u. fehlend insges.
		leb.	tot	leb.	tot	leb.	tot			
1	ohne Nahrung	5,0	0,0	1,0	5,0	67,8	8,0	14,0	81,0	19,0
2	Rotklee	4,0	1,0	0,0	1,0	83,0	3,0	8,0	87,0	13,0
3	Luzerne	11,0	2,0	0,0	1,0	81,0	3,0	2,0	85,0	15,0

In Anbetracht der aufgezählten Einflüsse auf die Entwicklung der Larven ist es nicht verwunderlich, wenn man an den Wurzeln neu befallener Wirtspflanzenbestände stets Larven verschiedener Häutungsstadien findet. Der ungleiche Entwicklungsstand der Larven zu einem bestimmten Zeitpunkt veranlaßte vermutlich auch Hollrung (1897) und Stift (zit. b. Jørgensen 1953 zu der Annahme, *B. ligustici* bringe in einem Sommer zwei Generationen hervor.

Im Laboratorium betrug die Larvenzeit bei 23° C und 15–20 Gew.% Bodenfeuchtigkeit im Durchschnitt 238 Tage. Die Entwicklungszeit der Sta-

Tabelle 10

Entwicklung und Mortalität der Larven von *B. ligustici* in Abhängigkeit von Bodentemperatur und -feuchtigkeit (je Temperatur- und Feuchtigkeitskombination 50 L_1)

Bodentemperatur °C	Bodenfeuchte Gew.%	Dauer des Aufenthaltes Tage	Zahl der Überlebenden absolut	Mortalität %	Erreichtes Stadium
11,1	5	102	12	76	II.
	10	102	18	64	II.
	15	102	11	78	II.
	20	102	7	86	II.
	25	101	1	98	II.
	30	101	0	100	–
	35	101	0	100	–
	40	99	0	100	–
15,6	5	100	3	94	IV.
	10	100	4	92	V.
	15	99	5	90	V.
	20	98	9	82	IV.
	25	98	2	96	IV.
	30	96	2	96	IV.
	35	96	0	100	–
	40	95	0	100	–
20,4	5	95	4	92	V.
	10	95	1	98	IV.
	15	95	3	94	VI.
	20	94	1	98	III.
	25	94	0	100	–
	30	90	0	100	–
	35	93	0	100	–
	40	93	0	100	–
24,6	5	94	1	98	VI.
	10	94	1	98	VI.
	15	91	3	94	VI.
	20	90	1	98	VII.
	25	90	1	98	VI.
	30	89	0	100	–
	35	89	0	100	–
	40	–	–	–	–
26,4	5	91	2	96	VI.
	10	91	1	98	IV.
	15	91	1	98	VI.
	20	92	–	–	–
	25	92	0	100	–
	30	92	0	100	–
	35	92	0	100	–
	40	92	0	100	–

Tabelle 11

Entwicklung gleichaltriger Larven von *B. ligustici* (Hohenheim, milder sandiger Lehmboden)

Haltungsbedingungen							Anzahl der am Kontrolltage gefundenen Larven						
					Versuchsdauer		Stadien						
Schlüpfdatum, gleichzeitig Versuchsbeginn	Anzahl	Ort	durchschnittliche Bodentemperatur ° C	durchschnittliche Bodenfeuchte Gew.%	Datum	Tage	I	II	III	IV	V	VI	VII
16. 8. 52	50	Laboratorium	20,5	15	13. 10. 52	58		3	2		1		
10. 7. 53	50		21,3	18	1. 8. 53	22	2	2	1				
27. 6. 54	50		20,3	19	6. 8. 54	40		2	3	2			
3. 5. 53	150	Freiland-Zuchtbeet	16,0	29,3	26. 10. 53	176				1	1	2	15
14. 6. 54	150	Zuchtbeet	15,2	29,4	2. 11. 54	141			2	1	1	1	2

Tabelle 12

Fraß- und Entwicklungsdaten der Larve von *B. ligustici*, Hohenheim 1951 bis 1953. Larven aus Eiablagen 1951 an Rotkleeuntersaat (Freiland) Echterdingen, Versuchsbeginn 27. 10. 1951, Haltung im Keller, Bodentemperatur + 1,7 bis + 16,3° C, Bodenfeuchte 17 bis 24 Gew.%

Larve Nr.	Fraßbeendigung im Herbst des Schlüpfjahres	Fraßwiederaufnahme im folgenden Frühjahr	Fraßbeendigung im zweiten Lebensjahr	Fraßwiederaufnahme im Frühjahr des 3. Lebensjahres	Fraßbeendigung im dritten Lebensjahr	Letzte Häutung vor der Verpuppung	Verpuppungstermin	Schlüpftermin des Käfers	Dauer des Entwicklungszyklus (Ei - Imago)	tot
1	18. 11. 51	16. 5. 52	28. 9. 52	24. 4. 53	13. 5. 53	25. 9. 52	13. 7. 53	2. 8. 53	3	–
2	18. 11. 51	13. 5. 52	21. 9. 52	1. 5. 53	24. 5. 53	13. 9. 52	0	0	L	21. 7. 53
3	24. 11. 51	21. 5. 52	27. 10. 52	0	0	19. 9. 52	24. 7. 53	10. 8. 53	3	–
4	23. 11. 51	20. 5. 52	20. 11. 52	22. 4. 53	10. 6. 53	12. 6. 53	13. 7. 53	3. 8. 53	3	–
5	20. 11. 51	28. 5. 52	14. 10. 52	0	0	27. 9. 52	0	0	L	20. 7. 53
6	17. 11. 51	15. 5. 52	12. 10. 52	13. 5. 53	22. 5. 53	18. 9. 52	21. 7. 53	1. 9. 53	3	–

dien I–IV war jeweils etwa gleich lang (13 Tage). Etwas länger, 16 und 21 Tage, verweilte *B. ligustici* im Larvenstadium V und VI. Von der VI. Häutung bis zur Verpuppung verstrichen unter den gegebenen Bedingungen im Mittel 150 Tage.

Bezüglich der Vitalität zeigen Beobachtungen aus dem Freiland und Laboratorium, daß die Eilarven (Li) besonders empfindlich sind. Auch unter günstigsten Witterungs- und Haltungsbedingungen wurde stets ein großer Teil der Individuen ausgemerzt. Die verbleibenden Tiere waren mit zunehmendem Entwicklungsgrad extremen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen gegenüber etwas widerstandsfähiger. Bei Trockenheit und mäßiger Wärme fanden wir die meisten Überlebenden. Dies ist ein wesentlicher Grund für das Zustandekommen von Massenvermehrungen nach Trockenjahren und in steppenartigen Regionen. Was die Bodenfeuchtigkeit anlangt, so erwies sich die Spanne von 35–40 Gew.% (Boden naß und schmierig) bei Daueraufenthalt innerhalb sämtlicher Temperaturstufen als tödlich. Dagegen gediehen Larven im trockenen Boden gut, solange saftige Nahrung zur Verfügung stand. Im Gegensatz zu der ausgesprochen negativen Wirkung hoher Feuchtigkeit auf das Gedeihen der Larven, vermag erhöhte Temperatur unter normalen Freilandbedingungen die Massenvermehrung durch Zusammendrängen und Beschleunigen der Fraß- und Entwicklungszeit im positiven Sinne zu fördern. Die obere erträgliche Temperaturgrenze liegt bei 24° C. Unterhalb 6° C entwickelten sich die Larven nicht; der Kältetod trat bei −6° C ein. Kurze Kälte- oder Hitzeeinwirkungen wurden jedoch gut ertragen.

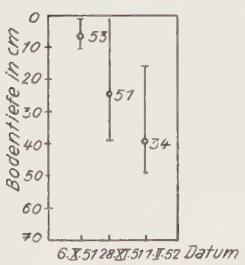


Abb. 11. Tiefenverteilung der Larven von *B. ligustici* L. zu verschiedenen Jahreszeiten. 0 = mittl. Wohntiefe, Streuung und Zahl der gefundenen Larven

Innerhalb von 24 Stunden nach dem Verlassen der Eihüllen beginnen die Junglarven mit der Fraßtätigkeit. Über den Ort der Nahrungsaufnahme berichten Dosse (1954), Klinkowski (1949) sowie Mühle & Fröhlich (1951). An Rotkleeneuansaaten leben die Junglarven (Ende Mai bis Juni) in 5–10 cm Tiefe. Erst im Herbst fanden wir die größer gewordenen Larven bis 15 cm tief. Die Nahrungsaufnahme wird eingestellt, wenn die Temperatur in der bewohnten Bodenschicht unter 5° C absinkt. Für den Hauptteil der Larvenpopulation eines Jahrganges beginnt im Herbst des Eiablagejahres und nach dem endgültigen Erreichen der Überwinterungsorte eine Ruhezeit, die sich bis zur Verpuppung erstreckt. Es handelt sich um diejenigen Larven, deren Entwicklung bereits abgeschlossen ist. Sie legen eine länglich-ovale Erdzelle an, in der sie gut geschützt den Winter überdauern. Vielfach wird diese Überwinterungshöhle im Frühjahr nicht verlassen und dient dann gleichzeitig als Puppenzelle und Aufenthaltsort für den Käfer bis zum Aufstieg. Nach unseren Beobachtungen behalten die Larven ihre Bewegungsfreiheit bis zur Verpuppung und können ihren Aufenthaltsort verlegen, wenn die Temperatur es zuläßt (s. Abb. 12). Ein kleiner, von Jahr zu Jahr wechselnder Anteil der Larvenpopulation setzt dagegen nach der Überwinterung bei Bodentemperaturanstieg über 8° C die Nahrungsaufnahme fort und kann die Entwicklung der im Herbst erwachsenen Larven unter Umständen nachholen, so daß die Verpuppung gleichzeitig mit diesen erfolgt. Darüber hinaus konnten in jedem

Jahr einige Larven gefunden werden, die sich nicht zu diesem normalen Termin verpuppten, sondern bis zum folgenden Herbst Nahrung aufgenommen und die Umwandlung zur Puppe erst ein Jahr später vollzogen haben. Die von Lehmann & Klinkowski (1942) sowie Mühle & Fröhlich (1951) geäußerte Ansicht, die Larven nähmen im nächsten Frühjahr ihre Fraßtätigkeit bald wieder auf, ist also nur bedingt richtig und betrifft lediglich die im Herbst noch nicht vollerwachsenen Larven eines Jahrgangs.

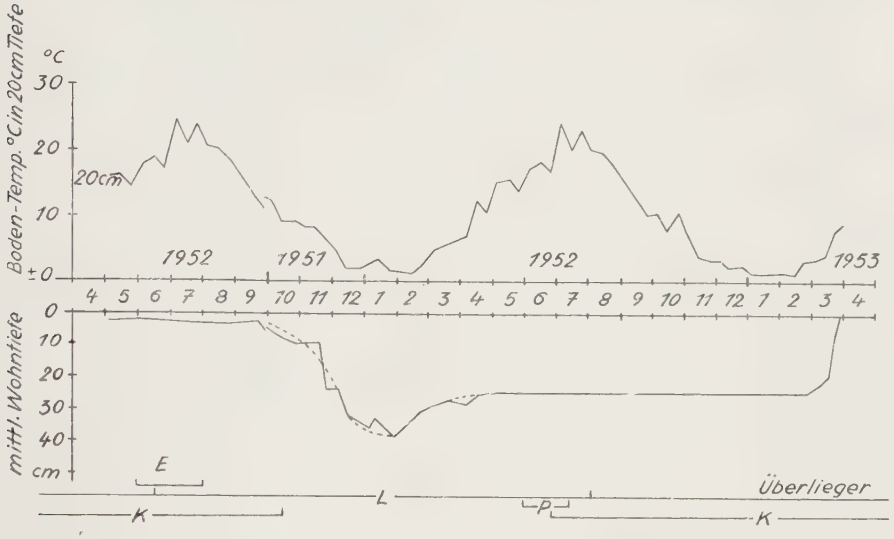


Abb. 12. Mittlere Wohntiefe von *B. ligustici* L. während der gesamten Entwicklung. Möhringen 1951-1953. Feldgrabungen

Neben Ortsveränderungen, die der Suche nach Nahrung dienen, unternehmen die Larven im Herbst und Frühjahr Wanderungen, um aus der bisherigen Wohnschicht in andere Bodenhorizonte zu gelangen, wo sie zusagendere Bedingungen finden. Die bodenbewohnenden Larven leben in einer länglich-ovalen Höhlung am Kopf des Ganges. Diesen selbst sieht man im Boden nicht, da er mit der abgeräumten Erde ausgefüllt wird. Um Geschwindigkeit und Wanderungsstrecken zu ermitteln, wurden in die mit gesiebtem Boden unterschiedlicher Struktur gefüllten Kienitzschen (1892) Rahmen Larven eingebracht und bei verschiedenen Temperatur-Feuchtigkeitskombinationen beobachtet. Der die natürliche Reaktion der Larven möglicherweise störende Lichteinfall wurde durch Abdeckung der Glasscheiben mit Preßpappe ausgeschaltet. Wegen der Enge des Lebensraumes und der vom Freiland abweichenden Bodenverhältnisse können die erzielten Resultate nur als Anhaltspunkte gelten. In Tabelle 13 sind einige Durchschnittsgeschwindigkeiten von Larven vor dem Abstieg zur ersten Überwinterung (Stadium V bis VII) bei bestimmten Temperaturen aufgeführt. Die Temperaturabhängigkeit der Wanderungsgeschwindigkeit erkennt man an deren starken Steigerung zwischen 5° C und 15° C. Unter Zugrundelegung einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 10 mm/Std. ergäbe sich theoretisch in 24 Stunden eine Strecke von 24 cm. Dieser Versuch zeigt deutlich, daß die Larven ihre Nahrung im weiteren Umkreis des Eiablageortes aufsuchen können. Bei Austrocknung der

Oberkrume unter 5 Gew.% Bodenfeuchtigkeit waren bei Freiland- und Rahmenversuchen keine Wanderungen möglich. Erschwerend und hemmend wirkte auch starke Durchfeuchtung über 35 Gew.% (s. Tab. 14).

Tabelle 13

Wanderungsgeschwindigkeit der Larven von *B. ligustici* in Abhängigkeit von der Bodentemperatur. Hohenheim, Herbst 1951, feinsandiger Lößlehm, ohne Nahrung, Bodenfeuchtigkeit 19–21 Gew.%

Bodentemperatur °C	Wanderungsgeschwindigkeit der Larven in mm/Std. (Durchschnitt aus 85 Beobachtungen an je fünf Larven)
5	1,8
10	4,2
15	9,0
20	10,0

Tabelle 14

Wanderungsgeschwindigkeit der Larven von *B. ligustici* in Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit, Hohenheim, Herbst 1952, feinsandiger Lößlehm, ohne Nahrung, Bodentemperatur 18–20° C

Bodenfeuchtigkeit Gew.%	Wanderungsgeschwindigkeit der Larven in mm/Std. (Durchschnitt aus 73 Beobachtungen an je fünf Larven)
20	12,2
25	9,7
28	7,7
31	5,9

Die Tiere konnten sich zwar noch langsam fortbewegen, die Geschwindigkeit sank jedoch gegenüber der Versuchsreihe mit 20 Gew.% Bodenfeuchtigkeit um die Hälfte ab. In durchnäßtem Boden wird die Kopfkapsel der Larven häufig mit einer dichten Erdschicht bedeckt, die bei späterer Austrocknung in Form einer Kappe an den Haaren haften bleibt. Dadurch werden Nahrungsaufnahme und Funktion der Sinnesorgane unmöglich gemacht. Solche Larven gehen früher oder später zugrunde. In dichten Böden (Filderlehm) ist die durchschnittliche Wanderungsgeschwindigkeit geringer als in lockeren Böden mit wenig Feinerdeanteilen. Das Verhältnis verschiebt sich jedoch zugunsten der schweren Böden, sobald in leichteren Böden die gröberen Partikel stark überwiegen. In Rahmenversuchen kamen die Larven in einem Boden mit 50% Flußsandbeimischung nur sehr langsam vorwärts. In reinem, trokkenem Sand waren sie nicht imstande einen Gang zu graben, da die groben Partikel immer wieder in den Kopf des Ganges zurückrollten. Bei Berechnung der mittleren Wanderungsgeschwindigkeit von Larven verschiedener Körpergewichte stellte sich heraus, daß jüngere Stadien höhere Werte erreichten als ältere.

Konkrete Angaben über den Aufenthaltsort der Larven in den verschiedenen Böden und zu verschiedenen Jahreszeiten lieferten Lincoln & Palm (1941). Ihre Beobachtungen sind jedoch unter Klima- und Bodenverhältnissen gemacht worden, die den hiesigen Bedingungen nicht entsprechen. Zur Feststellung des Aufenthaltsortes der Larven wurden auf den Versuchsflächen der Gemarkung Möhringen sowie Stuttgart und Umgebung in Zeit-

abständen von meist einer Woche Grabungen auf 1 qm großen Flächen und mindestens 60 cm Tiefe durchgeführt. Die Untersuchungen erstreckten sich auf insgesamt 69 Grabungen mit 2070 Einzelmessungen zu allen Jahreszeiten. Um für die Wohntiefe einen genaueren zahlenmäßigen Wert zu erhalten, wurde aus den Einzelmessungen ein Mittelwert gebildet, der als „mittlere Wohntiefe" bezeichnet wird. Nach dem Schlüpfen lebt die Larve im Sommer und Frühherbst näher der Bodenoberfläche als im Spätherbst und Winter. Für 3 charakteristische Zeitpunkte ist die Verteilung der Tiere nach hierfür repräsentativen Daten in Abb. 11 schematisch dargestellt. Die Streuung der Vertikalverteilung im Frühjahr und Sommer ist geringer als im Winter. Auf Feldern mit Wirtspflanzenbeständen in der zweiten oder einer späteren Vegetationszeit nach der Aussaat fanden wir die Larven in zwei verschiedenen Horizonten. In der Oberkrume hielten sich die Junglarven aus Eiablagen desselben Jahres und im Herbst noch nicht voll erwachsene Larven aus der vorjährigen Eiablageperiode auf. Im Untergrund ruhten die erwachsenen Larven aus Eiablagen des Vorjahres. Die Überwinterung der noch nicht völlig entwickelten sowie der älteren Larven erfolgt aber in der gleichen Bodentiefe. Aus Abb. 12 kann der Aufenthaltsort der im Boden lebenden Stadien von *B. ligustici* im Jahreslauf ersehen werden. Die Kurvensteigung ist gleichzeitig ein Maßstab für das Tempo der Vertikalwanderung. Die Grabungen begannen am 6. 10. 1951, also noch innerhalb der Vegetationszeit, während der die Larven in der oberen Bodenschicht anzutreffen waren, und wurden mit dem Erscheinen der Käfer an der Bodenoberfläche des Feldes am 30. 3. 1953 beendet. Da die vorliegende Arbeit erst im Herbst 1951 begonnen werden konnte, war der Verlauf der Wohntiefenänderung vom Zeitpunkt des Schlüpfens bis zum Beginn der Grabungen nicht erfaßt worden. Um auch für die Frühjahrs- und Sommerperiode einige Werte zu erhalten, mußten Grabungen im Frühjahr und Sommer 1952 gemacht werden. Das fehlende Teilstück des Kurvenverlaufs 1951 wird in Abb. 12 übersichtshalber durch die Kurve für 1952 ergänzt. Die Übereinstimmung der beiden Anschlußpunkte ist aber so groß, daß diese Lösung nicht wesentlich von den wahren Verhältnissen abweichen dürfte. Die Tiefenwanderung setzte 1951 erst Mitte November ein, nachdem das Temperaturmittel der obersten Bodenschicht auf 6° C abgesunken war. Kurzzeitige Abkühlung der Bodenoberfläche unter den Nullpunkt hatten vor dem Abwanderungstermin keine Veränderung der Wohntiefe zur Folge. Es ist vielmehr die Tendenz des allmählichen Temperaturrückganges als auslösender Faktor anzusehen, was auch das Experiment bestätigt (s. Tab. 15). Auf den täglichen Temperaturgang und witterungsbedingte Schwankungen der Bodentemperatur im normalen Bereich reagieren die Larven während der Fraßzeit und nach Anfertigung der Verpuppungshöhle nicht mit Wohntiefenänderungen. Beim Vergleich der Wohntiefenkurve mit der Temperaturkurve wird neben dem Einfluß des Temperaturgefälles auf die Abstiegsgeschwindigkeit auch diese Beziehung deutlich erkennbar. Erst wenn die sinkende Bodentemperatur die Grenze von + 1° C unterschreitet, stellen die Tiere ihre Bewegungen ein. Sie werden gleichsam von der absteigenden Bodentemperatur eingeholt und inaktiviert. Mit + 1,3° C war im Jahre 1952 der niedrigste Wert in der Wohntiefe erreicht. Bereits bei der nächsten Grabung war die Temperatur wieder auf + 4,4° C angestiegen, wodurch der Aufstieg eingeleitet wurde. Von einer physiologisch notwendigen Winterruhe kann also nicht gesprochen werden.

Tabelle 15

Abstieg der Larven von *B. ligustici* in Abhängigkeit von der Bodentemperatur. Rahmenversuch mit je 10 Larven. Durchschnittliches Gewicht der Larven 122,3 mg. Larven eingebracht aus dem Freiland am 5. 8. 1953. Nahrung Rotklee. Bis zum Versuchsbeginn 15–20° C. Bodenfeuchtigkeit 19–21 Gew.%

Datum	Bodentemperatur °C (Temp.-Kammer)	Mittl. Wohntiefe cm	Bodentemperatur °C Keller	Mittl. Wohntiefe cm
21. 9. 53	15,6	3,6	14,0	5,3
22. 9. 53	13,8	2,5	14,1	5,2
23. 9. 53	10,4	3,1	13,9	5,1
24. 9. 53	8,7	2,9	14,0	4,5
25. 9. 53	9,3	3,7	13,8	4,4
26. 9. 53	8,9	4,1	13,9	4,0
27. 9. 53	8,3	5,3	13,8	3,8
28. 9. 53	7,6	12,5	13,6	3,0
29. 9. 53	6,5	13,2	13,5	4,3
30. 9. 53	5,3	19,5	13,4	4,5
1. 10. 53	5,8	23,8	13,3	5,1
2. 10. 53	5,1	28,9	13,1	5,0
3. 10. 53	4,0	31,4	12,7	4,2
4. 10. 53	3,5	32,1	12,8	4,5

Auch auf Bodenfeuchtigkeitsschwankungen reagieren die Larven während der Fraßzeit nicht, solange sich diese in erträglichen Grenzen bewegen. Dagegen übt der physiologische Reifezustand (Vollendung des letzten Larvenstadiums) einen von Jahreszeit und Temperatur unabhängigen Drang zum Aufsuchen geschützterer Bodenschichten aus (s. Tab. 16).

Tabelle 16

Abstieg der Larven von *B. ligustici* (Terminbeobachtungen) in Abhängigkeit vom physiologischen Reifezustand. Rahmenversuch mit je 10 Larven. Nahrung Rotklee. Temperatur 15–20° C

Datum	Durchschnittliches Gewicht der Larven in mg 122,3 Mittl. Wohntiefe in cm	170,2 Mittl. Wohntiefe in cm
1. 9. 53	7,3	3,5
15. 9. 53	6,5	2,1
1. 10. 53	5,6	3,4
15. 10. 53	3,2	2,5
1. 11. 53	2,7	10,7
15. 11. 53	3,8	13,8
1. 12. 53	5,3	25,6
15. 12. 53	4,7	29,1
1. 1. 54	5,6	28,9
15. 1. 54	15,4	29,0
1. 2. 54	29,1	30,0

4. Puppenstadium

Nach Lincoln & Palm (1941) zeigten sich in den verschiedenen Jahren größere Schwankungen innerhalb der Verpuppungstiefe. Diese sollen auf

Einwirkungen der Struktur, Feuchtigkeit und Temperatur des Bodens zurückzuführen sein. Wassiliew (zit. b. Jørgensen 1953) gab für Südrußland eine durchschnittliche Verpuppungstiefe von 28 cm an. Bei Dosse (1954) sind Schwankungen von 10–75 cm angeführt. Im Stuttgarter Gebiet stellten wir 1952 eine mittlere Wohntiefe von 25 cm, 1953 von 31 cm fest, wobei die Streuung in beiden Jahren ± 10 cm betrug.

Die Verpuppung vollzieht sich in einer von der Larve angelegten Erdzelle. Während sich die meisten Larven normal verpuppten, entstanden im Thermostat bei konstanten Temperaturen von 20–24° C zuweilen statt der Puppen metatele Zwischenformen. Alle diese Tiere starben innerhalb der ersten Woche nach der Häutung. Die Verpuppung fällt im Freiland ohne Rücksicht auf die Dauer des Larvenstadiums stets in den Frühling oder Sommer. Wassiliew (zit. b. Jørgensen 1953) beobachtete die Verpuppung in Südrußland Mitte Mai bis Ende Juni. In Dänemark fand Jørgensen (1953) in einem Versuch die ersten Puppen am 16. Juni, die letzten am 3. August. Zur Erlangung der Verpuppungsreife ist nach Lincoln & Palm (1941) keine Kälteeinwirkung nötig. In Hohenheim ließen sich Anhaltspunkte dafür gewinnen, daß Altlarven, die vier Wochen lang tieferen Temperaturen ausgesetzt waren, ihre Verpuppung früher vollzogen als Kontrolltiere, die im Gegensatz dazu ständig bei 20° C gehalten wurden. Der Verpuppungszeitpunkt wird hauptsächlich von der nach Bodenart und Leitfähigkeit verschiedenen Temperatur bestimmt, da diese den Schlüpftermin der Larven sowie deren Wachstum und Entwicklung steuert. Über die Dauer des Puppenstadiums in Abhängigkeit von der Temperatur liegen Daten von Lincoln & Palm (1941) vor. Diese Angaben konnten von uns im wesentlichen bestätigt werden. Die Sterblichkeit war während des Puppenstadiums in allen drei Beobachtungsjahren sowohl im Freiland als auch in unseren Laboratoriumszuchten (bei 15–23° C) sehr gering. Im Laboratorium erwiesen sich Bodenfeuchtigkeiten unter 20 Gew.% als sehr günstig, während bei über 25 Gew.% die Sterblichkeit sprunghaft anstieg. Puppen und Larven gedeihen daher unter den gleichen bodenklimatischen Bedingungen am besten.

5. Generationsablauf

Bei einem Vergleich der bisher veröffentlichten Beobachtungen (Wassiliew [zit. b. Jørgensen 1953], Lincoln & Palm 1941, Jørgensen 1953, Schweiger 1953 sowie Mühle & Fröhlich 1951) ergibt sich, daß *B. ligustici* in seinem gesamten Verbreitungsgebiet bei gewissen klima- und witterungsbedingten Verschiebungen einen sehr ähnlichen Generationsablauf hat.

Mit dem Auftreten von *B. ligustici* ist in jedem Jahre zu rechnen, zumal zwei Populationen vorhanden sind, deren eine in Jahren mit gerader und deren andere in Jahren mit ungerader Zahl erscheint. Durch die alljährlich in wechselndem Prozentsatz vorkommenden Nachzügler (dreijährige Entwicklungsdauer) erfolgen ständig Vermischungen innerhalb der beiden Jahrgänge. Sie besitzen zwar keine genetische Bedeutung, weil sich die Tiere ausschließlich parthenogenetisch fortpflanzen, stellen aber eine wichtige Sicherung zum Zwecke der Arterhaltung dar. Mit ihrer Hilfe können infolge äußerer Faktoren geschwächte Jahrgänge neu gegründet, verstärkt und allmählich zahlenmäßig aufgefüllt werden.

V. Epidemiologie

1. Nahrungs- und Brutpflanzen

Im Schrifttum wird eine Vielzahl verschiedenster Pflanzenarten, die durch den Fraß der Käfer und Larven geschädigt werden sollen, genannt. Der Luzerne (*Medicago sativa* L.) wird dabei die größte Bedeutung eingeräumt. Man gewinnt so den Eindruck, daß *B. ligustici* ein Allgemeinschädling ist, der zumindest in der Wahl seiner Fraßpflanzen keine großen Ansprüche stellt.

Nach Lehmann & Klinkowski (1942) werden in Mitteldeutschland nach der Häufigkeit des Befalls geordnet, Luzerne *(Medicago sativa),* Rotklee (*Trifolium arvense* L.) und Rüben (*Beta vulgaris* L.) bevorzugt geschädigt. Lincoln & Palm (1941) erhielten in den USA 1936 Eiablagen an 16 von 18 isoliert dargebotenen Pflanzenarten. Sie betrachten Luzerne *(Medicago sativa),* Rotklee *(Trifolium arvense)* Weißklee *(Trifolium repens* L.), weißen Steinklee *(Melilotus alba* Desr.), gelben Steinklee *(Melilotus officinalis* [L.] Lam.), Schwedenklee (*Trifolium hybridum* L.), Saatwicke *(Vicia angustifolia* L.), wilde Erdbeere (*Fragaria virginiana* Duchesne), breitblättrigen Ampfer (*Rumex obtusifolius* L.), Fingerkraut (*Potentilla recta* L.), wilde Möhre (*Daucus carota* L.), Sauerampfer (red sorrel, *Rumex* spec.), Löwenzahn (*Taraxacum officinale* Weber) und Wegwarte *(Cichorium intybus* L.) als Wirtspflanzen. Schafgarbe (*Achillea millifolium* L.) und Quecke (*Agropyron repens* Pal. Beauv.) sollen weniger gut geeignet sein. Bei freier Nahrungswahl bevorzugten die Käfer in USA: Rotklee, Weißklee, Luzerne und weißen Steinklee in abfallender Reihe. Unsere Versuche zeigten, daß die Käfer süd- und mitteldeutscher Herkunft an Rotklee im Laboratorium und Freiland höhere Eiablagen erreicht und bei freier Wahl der Nahrungspflanzen von dieser Pflanzenart wesentlich größere Mengen aufgenommen haben als bei Luzernefütterung. *Damit dürfte feststehen, daß der Rotklee nicht nur in den USA, sondern allgemein die bevorzugte Wirtspflanze ist.* In den Jahren 1952 bis 1954 wurden im Stuttgarter Gebiet zahlreiche Kultur- und Wirtspflanzenbestände auf Befall durch *B. ligustici* untersucht, wobei der Nachbarschaft befallener Rotkleefelder und den Leguminosensorten- und -herkunftsversuchen der Landessaatzuchtanstalt Hohenheim besonderes Augenmerk geschenkt wurde. Dabei waren unter den hiesigen Anbauverhältnissen nur der Rotklee in starkem Maße, die Luzerne dagegen nur ganz vereinzelt befallen. In den Jahren 1952 und 1953 durchgeführte Gewächshausversuche mit 44 Pflanzenarten ergaben jedoch, daß *B. ligustici* unter ungünstigen Verhältnissen Pflanzen annimmt, die bei reichlichem Vorhandensein der Hauptwirtspflanze unberührt bleiben. Von den befallenen Pflanzenarten kommt neben dem Rotklee lediglich der Luzerne, dem Gelbklee (*Medicago lupulina* L.), Inkarnatklee (*Trifolium incarnatum* L.), Hornschotenklee (*Lotus corniculatus* L.) und Weißklee für Süddeutschland eine gewisse Bedeutung als Nebenwirtspflanzen zu. Nur an den Wurzeln dieser Pflanzenarten fanden wir im Herbst der Versuchsjahre Larven, die sich an Rotklee und Luzerne normal entwickelten, während die an den übrigen Wirtspflanzen lebenden Larven erst ein Jahr später verpuppt waren. Im Laufe der Untersuchungen erwies sich überraschenderweise die Gartenmöhre (*Daucus carota* L.) als vollwertige Wirtspflanze der Larven, obwohl sie dem Käfer weder als Fraß- noch als Eiablagepflanze dient. Für gewöhnlich sind aber die Fraßpflanzen der Imagines gleichzeitig Wirtspflan-

zen der Larve. Es ist nicht ausgeschlossen, daß entsprechend der Mohrrübe weitere Pflanzen zur Ernährung der Larven geeignet sind, von den Käfern jedoch nicht mit Eiern belegt werden. Ein anderer 1953/54 angesetzter Versuch zeigte ungleichmäßigen Befall verschiedener Herkünfte bzw. Sorten ein und derselben Wirtspflanzenart. Verschiedene Rotklee- und Luzernesorten wurden in den schon beschriebenen Zinkblechgefäßen im Februar auf Lehmboden eingesät und im Juni für die Dauer einer Woche mit Käfern besetzt. Die Tiere hatten die Möglichkeit, die für sie geeignetsten Pflanzen auszuwählen. Eine Abschätzung des Schadens ergab wiederum, daß Rotklee im allgemeinen bevorzugt gefressen wurde. Besonders starker Fraß zeigte sich an Eiffeler- und Steinacher Rotklee, wogegen eine Odenwälder Herkunft sehr wenig in Mitleidenschaft gezogen war. Die Luzernesorten wurden viel geringer befressen, besondere Vorliebe bestand lediglich für eine Pfälzer Herkunft.

2. Fraßbild, Schadbild und Schadwirkung

Der Blattrandfraß von *B. ligustici* (s. Abb. 13) ist nicht sehr typisch, da mehrere andere an Leguminosen vorkommende Rüßler ähnliche Fraßbilder erzeugen. Häufig werden auch die jungen gefalteten Blättchen geschädigt. In diese werden von der Hauptrippe her unregelmäßige Löcher genagt. Daneben konnten wir gelegentlich Stengel- und Blattstielfraß beobachten. Die Schäden zeigen alle Übergänge von Epidermisschürfungen bis zu völligem Durchnagen der Triebe. In der Blütezeit von Rotklee kamen Fraßschäden an Blütenständen häufig vor. Mit fortschreitender Vegetation werden immer mehr die oberen noch jungen und saftigen Teile der Pflanze vorgezogen. Bei starkem Massenauftreten können die Schäden nach Lehmann & Klinkowski (1942) bis zu vollständigem Kahlfraß führen. Die Beobachtungen von Müller (1938), wonach die Käfer auf umgebrochenen Luzernefeldern an den freigelegten Luzernewurzeln fressen, konnten im Stuttgarter Gebiet nicht bestätigt werden.

Abb. 13. Fraßbild der Imagines von *B. ligustici* L. an Rotklee

Bisher hat der Käferfraß auf im Frühjahr stark wüchsigen vorjährigen oder älteren Ansaaten in Süddeutschland zu keinem wirtschaftlich spürbaren Schaden geführt. Schwerwiegender wirken sich die in jedem Jahre auftretenden Schäden an jungen Rotklee- und Luzerneneuansaaten aus, die durch die zuwandernden Käfer hervorgerufen, aber erst nach Aberntung der Überfrucht entdeckt und vielfach auf andere Ursachen zurückgeführt werden. Die Käfer wandern vom Rande her weidend in den Bestand ein; man findet daher am Feldrande anfänglich die größte Siedlungsdichte und dementsprechend meist Totalschäden. Bis zum Eintritt der Legereife zerstreuen sich die Tiere

immer mehr. Die jungen Larven befallen zunächst das zarte Wurzelwerk ihrer Wirtspflanzen. Ältere Stadien nagen in die Rinde der Haupt- und stärkeren Nebenwurzeln von der Spitze her offene Gänge (s. Abb. 14). Die in Längs- und Querrichtung verlaufenden Fraßrinnen erweitern und vereinigen sich häufig unterhalb des Triebansatzes zu einem geschlossenen Ring; zum Teil setzen sie sich sogar in die einzelnen Triebe fort. Während der Fraßzeit wird je Larve und Woche eine Pflanze vernichtet.

Abb. 14. Erwachsene Larven von *B. ligustici* L. an Rotkleewurzeln

Beginnender Wurzelfraß äußert sich durch Wuchsstockungen und Welkeerscheinungen eines oder mehrerer Sprosse, deren Blätter schlaff herabhängen. Befallene Bestände erkennt man an den bei Luzerne gelblichen, bei Rotklee braungrauen bis grauschwarzen Blattverfärbungen (s. Abb. 15 und 16). Die runden oder streifenförmigen Befallsnester sind durch vertrocknende bzw. bereits abgestorbene Pflanzen, die sich leicht aus dem Boden herausziehen lassen, gekennzeichnet (s. Abb. 17). Fast immer bleibt der Zusammenhang der Triebe gewahrt und die charakteristische Rosette erhalten. Innerhalb der Schadstellen ist der Boden durch die Grabarbeit der zahlreichen Larven auffallend locker und krümelig. Auf den Fehlstellen siedeln sich zahlreiche Unkräuter an. Die durch den Befall geschwächten Bestände liefern im Herbst keine oder nur wenig lohnende Stoppelkleeschnitte. Der angerichtete Schaden wirkt sich auch auf die Grünfuttererträge und eine evtl. Samenernte der folgenden Nutzungsjahre aus. Dadurch ist die Luzerne in den Massenverbreitungsgebieten des Schädlings im Gegensatz zu früher eine kurzlebige Pflanze geworden, die bereits nach zwei- bis dreijähriger Kultur umbruchreif wird. Schon ein leichter Befall gefährdet den Rotklee ungleich stärker als die regenerationsfähigere Luzerne.

3. Bedingungen der Vermehrung

Der Vermehrungspotenz des Käfers, die auf Grund unserer dreijährigen Versuche 343 beträgt, stehen zahlreiche Begrenzungsfaktoren entgegen. Von diesen kommt den meteorologischen und geologischen Verhältnissen die größte Bedeutung zu. *B. ligustici* ist deshalb auch nur in den Teilen der Anbaugebiete seiner begehrtesten Wirtspflanzen verbreitet, die durch ihre Klima- und Bodenbedingungen seine Vermehrung besonders begünstigen, während er in vielen anderen Rotklee- und Luzernegebieten kaum zu finden ist oder nur zum „eisernen Bestand" der Fauna gehört. Einflüsse räuberischer Feinde und Parasiten scheinen im Vergleich dazu und auch gegenüber Kulturmaßnahmen der Landwirtschaft (s. Seite 272 ff.) unwesentlich zu sein. Man findet hierüber in der Literatur nur spärliche Angaben: Nach Hollrung (1897) sollen *Calosoma inquisitor* L. und *Hister sinuatus* Illig., Arten der Untergattung *Poecilus*, der Familie *Staphylinidae* und eine nicht näher bestimmte *Feronia*-Art

(Pterostichus), B. ligustici verfolgen. SCHWEIGER (1953) nennt *Hister quadrimaculatus* L. und *H. uncinatus* Illig. (= *H. sinuatus* Illig.), *Broscus cephalotes* Panz., *Carabus scheidleri* Panz. und *C. germari pseudoviolaceus* Kr. als Feinde des Klee-Luzernerüßlers. Nach NOVICKY (zit. b. SCHWEIGER 1953) parasitiert in der Leibeshöhle der Imagines die Zehrwespe *Ipocoelius (Tomicobia) rotundiventris* Ruschka. Im Freiland (Echterdingen bei Stuttgart) beobachteten wir je einmal, wie *B. ligustici* von *Carabus auratus* L. und *C. cancellatus* Illig. überfallen und verzehrt wurde. Auch im Laboratorium erwiesen sich die beiden Carabiden als Vertilger des Schädlings. In Mitteldeutschland fanden wir im April 1954 in den zum Schutze gegen den Luzernerüßler angelegten Fanggräben zahlreiche Exemplare der Gattung *Hister*. Eine Auszählung ergab zu dieser Zeit auf 100 *B. ligustici* 3 *Hister fimetarius* Herbst. Die Räuber hatten oft bis zu 50 % der in den Sammelschächten der Fanggräben festgehaltenen Luzernerüßler getötet. Eine derart hohe Vernichtungsquote war naturgemäß nur dadurch möglich, daß sich *B. ligustici* den Angriffen in

Abb. 15. Schadbild der Larven an Luzerne. Links gesund, rechts befallen (Blattvergilbungen)

Abb. 16. Schadbild der Larven an Rotklee. Links gesund, rechts befallen (Wuchsstockungen)

Abb. 17. Durch Larvenfraß stark geschädigter Rotkleebestand. Käfer vom linken Rand her zugewandert

den Fanganlagen nicht entziehen konnte. Nach André (zit. b. Jørgensen 1953), Jørgensen (1953) und Decaux (zit. b. Jørgensen 1953) soll *Bufo vulgaris* Laur. eine große Menge der Käfer verzehren. Weiter werden einige Vogelarten als Vertilger genannt: Hollrung (1897) und Wassiliew (zit. b. Jørgensen 1953) bezeichnen die Saatkrähe (*Corvus frugilegus* L.) als besonders nützlich. Schmidt (1950) mißt darüber hinaus Staren, Fasanen und Haushühnern bei der Vertilgung von Rüsselkäfern Bedeutung zu. Nach Wahrnehmungen von Schweiger (1953) verfolgen auch Feld- und Haussperlinge sowie Wachteln und stellenweise die Großtrappe (*Otis tarda* L.) diese Käfer. Beim Umpflügen der Felder im Herbst werden die Larven und frischgeschlüpften Käfer nach seinen Angaben auch von verschiedenen Drosselarten (*Turdus philomelos* C. L. Brehm., *T. merula* L. und vereinzelt *T. viscivorus* L.), Schwarzkehlchen (*Saxicola torquata rubicola* L.), Bachstelzen (*Motacilla alba* L.), Aas- sowie Nebelkrähen (*Corvus c. corone* L. und *C. corone cornix* L.) und Dohlen (*Coloeus monedula turrium* C. L. Brehm und vereinzelt *C. monedula soemmeringii* Fischer) gefressen. In Dänemark wurde nach Jørgensen (1953) eine größere Anzahl Käfer von der Blauracke (*Coracias garrulus* L.) gefangen. In USA (Lincoln & Palm 1941) soll der Skunk (*Mephitis mephitis* Shaw.) den Käfern und Larven heftig nachstellen. Aus der Reihe der tierischen Parasiten von *B. ligustici* nennt Palm (1936) weiter den in Larven gefundenen Nematoden *Neoplectana chresima* Steiner. Auf einen pilzlichen, botrytisähnlichen Parasiten, der die Käfer bei feuchter Witterung befallen soll, weist schon Hollrung (1897) hin. Jørgensen (1953) beobachtete an allen Entwicklungsstadien von *B. ligustici* Pilzbefall und stellte an Larven *Beauveria globulifera* Spag. und *Isaria farinosa* Diks. (*Spicaria farinosa* Frohn.) fest. In unseren Laboratoriumszuchten wurden die Eier im Boden sowie in den Hygrostaten sehr zahlreich von nicht näher bestimmten Pilzen befallen. In Larven-, Puppen- und Käferzuchten traten vereinzelt Pilzerkrankungen auf (s. Abb. 18). Die von uns isolierten Mikroorganismen konnten im Institut für Kartoffelkäferforschung und Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt, als *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill bestimmt werden. Bei Versuchen mit in den Boden eingearbeiteten oder in den Zuchtgefäßen verstäubtem Infektionsmaterial wurden die Tiere nur dann befallen, wenn durch hohe Boden- und Luftfeuchtigkeit ungünstige Lebensbedingungen für die Käfer und ihre Jugendstadien gegeben waren. Der Pilz trat auf dem Felde auch bei sehr feuchter und warmer Witterung in den drei Versuchsjahren immer nur in geringem Maße auf und vernichtete lediglich 0,5 bis 1 % der Larven und 1,2 bis 1,4 % der Käferpopulation. Ein epidemieartiges Auftreten und eine damit verbundene Einschränkung der Population war nicht festzustellen.

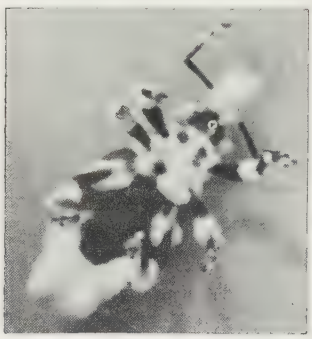


Abb. 18. Von *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. befallener und getöteter Klee-Luzernerüßler

Hingegen ist die Oberflächengestaltung des Terrains, von der das Mikroklima weitgehend geprägt wird, für Vorkommen und Massenwechsel des Schädlings mancherorts sehr maßgebend. Die verschiedenen Bodenarten kommen nur dann als Standort in Frage, wenn sie der grabenden Lebensweise

des Schädlings keinen größeren Widerstand entgegensetzen. Gut geeignet sind sandige Lehmböden, deutlich bevorzugt werden milde Lehme; im Untersuchungsgebiet speziell die Lößverwitterungsböden der Filderebene. Auch die inselförmig über Süddeutschland verstreuten Jura- und Muschelkalkgebiete bieten ihm, von diesem Standpunkt aus betrachtet, die relativ besten Daseinsmöglichkeiten. Diesem Umstand ist das herdartige Auftreten von *B. ligustici* in den erwähnten Gebieten zuzuschreiben.

Eine Übersicht über die Klimadaten der verschiedenen Gebiete mit regelmäßigem Massenauftreten zeigt eine Begünstigung der Vermehrung in Ländern mit kontinentalem Klimacharakter. So läßt z. B. die geringe Bodenfeuchtigkeit der mitteldeutschen Regenschattengebiete alljährlich eine starke Larvenpopulation heranwachsen, während *B. ligustici* in Süddeutschland nur nach trockenen Jahren schädlich auftritt. Wie die Hohenheimer Untersuchungen erkennen lassen, ist dies auf die Empfindlichkeit der Larven gegen länger andauernde höhere Bodenfeuchtigkeit zurückzuführen. Die Eier haben demgegenüber eine breitere ökologische Valenz. Nach Klinkowski & Lehmann (1937) sowie Mühle & Fröhlich (1951) sind Käfer und Larven durch Platzregen sehr gefährdet. Die Imagines werden zu Hunderten auf die Erde niedergeschlagen und ersticken im Schlamm. Durch Verdichtung der oberen Bodenschicht sollen die Larven Sauerstoffmangel erleiden, dem sie durch die Flucht an die Erdoberfläche zu entgehen suchen, wo sie in großer Zahl sterben oder von Vögeln aufgelesen werden. Eine andere Schädigungsmöglichkeit beobachteten wir im Untersuchungsgebiet. Bei der Abwanderung von einem umgebrochenen Kleeschlag sammelten sich größere Käfermassen in den tiefen Radspuren des angrenzenden Feldweges. Durch einen ausgiebigen Regen wurden diese mit Wasser gefüllt und die Tiere zu Hunderten getötet.

Die Temperatur wirkt im Hinblick auf die Vermehrung als Regulationsfaktor. Das Leben von Larven und Käfern ist überall möglich, wo die Wintertemperaturen in der Wohntiefe des Bodens nicht unter -5^0 C absinken. Besonders empfindlich reagieren die Tiere nach ihrem Aufstieg im Frühjahr auf häufig auftretende Kälterückschläge.

4. Geographische Verbreitung

B. ligustici ist über zahlreiche europäische Länder verbreitet und wird nach Jørgensen (1953) im Kaukasus, im westlichen asiatischen Rußland bis zur Stadt Tobolsk und in Kleinasien gefunden. Es wird weiter angenommen (Lincoln & Palm 1941), daß der Käfer 1933 aus Europa auf den amerikanischen Kontinent eingeschleppt wurde. Vom Jahre 1934 an begann dort nach Claassen & Palm (1935) seine Massenvermehrung als Luzerneschädling. Als erster Deutscher berichtete Hollrung (1897) über ein Schadauftreten in der Provinz Sachsen im Jahre 1891. Gauckler (1897) fand Käfer in Rhein-Hessen, im Rheingau, an Mosel und Saar sowie im Breisgau. Eichler (1949) erwähnt Funde nördlich des Harzes. Kovačević (1928) stellte den Schädling in Jugoslawien (Batschka, Syrmien, im Donaugebiet und Fruska-Gora) fest. In Ungarn soll nach Baranyovitz (1948) *B. ligustici* als Rübenschädling auftreten. Nach Schweiger (1953) ist er im panonischen Raum von Niederösterreich allgemein verbreitet. Über Schäden in Österreich, Südrußland und Frankreich gibt Gauckler bereits 1897 Mitteilung. Nach Remisch (1908) soll auch das Saazerland zum Schadgebiet des „Liebstöckel-

rüßlers" gehören. RAMBOUSEK (1929/30) berichtet, daß der Schädling 1927 und 1928 in der Slowakei häufig gefunden wurde. Nach JØRGENSEN (1953) erstreckt sich das nordosteuropäische Verbreitungsgebiet auf die Osttäler Norwegens, die schwedischen Küstengebiete um das Botnische Meer bis zum 65. Breitengrad. In England ist *B. ligustici* selten. In Holland kommt es nur gelegentlich zu größerer Vermehrung. In Dänemark sind alle Gegenden, in denen Wirtspflanzen des Klee-Luzernerüßlers angebaut werden, von ihm bevölkert. Schwerere Schäden sollen nur aus Jütland bekannt geworden sein.

5. Prognose

Eine frühzeitige Erkennung und Voraussage drohender Massenvermehrungen von *B. ligustici* sind trotz der verborgenen Lebensweise seiner Jugendstadien möglich. Zu diesem Zweck kann der Larvenbestand in jedem Jahr durch wiederholte Grabungen überwacht werden. Die günstigsten Kontrolltermine liegen zu Beginn der Monate August, September, Oktober und November des Eiablagejahres. Im nächsten Jahr zeigt eine Grabung Ende April evtl. Überwinterungsverluste der Larvenpopulation und eine weitere Kontrolle im August den Prozentsatz geschlüpfter Käfer sowie nichtverpuppter Tiere mit dreijährigem Entwicklungszyklus. Die letzte Bestandesaufnahme, die den endgültig zu erwartenden Käferbefall beurteilen läßt, wird Anfang bis Mitte März des zweiten Jahres, kurz vor dem Aufstieg vorgenommen.

Unter Zuhilfenahme der in den vorstehenden Kapiteln erläuterten biologischen und epidemiologischen Verhältnisse (s. Abb. 19) sowie unter Verwendung von Klimadaten der agrarmeteorologischen Forschungsstation der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim (1946–1953) wurde versucht, die Ursache des Zustandekommens einer größeren Vermehrung von *B. ligustici* im allgemeinen und für die Jahre 1946 bis 1951 im besonderen zu ermitteln. Im genannten Zeitraum kam es nämlich unerwartet zu einem immer stärker werdenden Befall der Rotkleebestände, obwohl Süddeutschland vorher niemals zum Schadgebiet des Klee-Luzernerüßlers gehört hat. Das erste „starke Auftreten" wurde, wenn man die beim Pflanzenschutzamt Stuttgart eingegangenen Schadensmeldungen als Kriterium betrachtet, 1947 beobachtet. Der Höhepunkt der Massenvermehrung fiel nach unseren Beobachtungen in das Jahr 1951. Unter Berücksichtigung der epidemiologischen Verhältnisse im Dauerschadgebiet von Halle/Saale im Vergleich zu den Bedingungen Süddeutschlands (allgemeines Verbreitungsgebiet) zeigt sich, daß Massenvermehrungen neben dem Vorhandensein geeigneter Wirtspflanzen und Bodenverhältnisse auf bestimmte Witterungs- bzw. Klimakonstellationen zurückzuführen sind.

Die Filderebene bei Stuttgart, auf der die wesentlichsten Beobachtungen gemacht wurden, gehört geologisch zum größten Teil der Juraformation an. Auf den unteren Liasschichten lagert eine 1 m mächtige feinsandige Lößlehmschicht. Das Gelände ist fast eben oder leicht geneigt. In tieferen Geländeeinschnitten tritt der Keuper mit seinen oberen Schichten und der Knollenmergel zutage. Es ist auffallend, daß alle vom Klee-Luzernerüßler besiedelten Bestände entweder auf ebenen oder nach Süd, Südost und Südwest geneigten Lößlehmflächen liegen. Felder mit schweren, tonigen Böden sowie Nord-, Nordwest- und Nordostlagen sind nicht befallen. Im gesamten Beobachtungszeitraum blieb der Grundwasserstand der Lößböden unter der

Wohntiefe der überwinternden Entwicklungsstadien und erreichte nur im Winter 1951/1952 seinen höchsten Stand bei etwa 50 cm Bodentiefe. Als wärme- und trockenheitliebendes Insekt lebt *B. ligustici* in Süddeutschland an der Klimagrenze seines Existenzbereichs und gedeiht daher nur an Standorten mit intensiver Sonneneinstrahlung, höheren Bodentemperaturen und geringerer Bodenfeuchtigkeit. Dort kann die Bevölkerungsdichte in Jahren mit günstiger Witterung sprunghaft zunehmen.

Für die nähere Charakterisierung der langjährigen und laufenden Klimaverhältnisse des Untersuchungsgebietes konnten nur die Lufttemperatur- und Niederschlagsmessungen von Hohenheim herangezogen werden. Über Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit, die auf das Gedeihen von *B. ligustici*

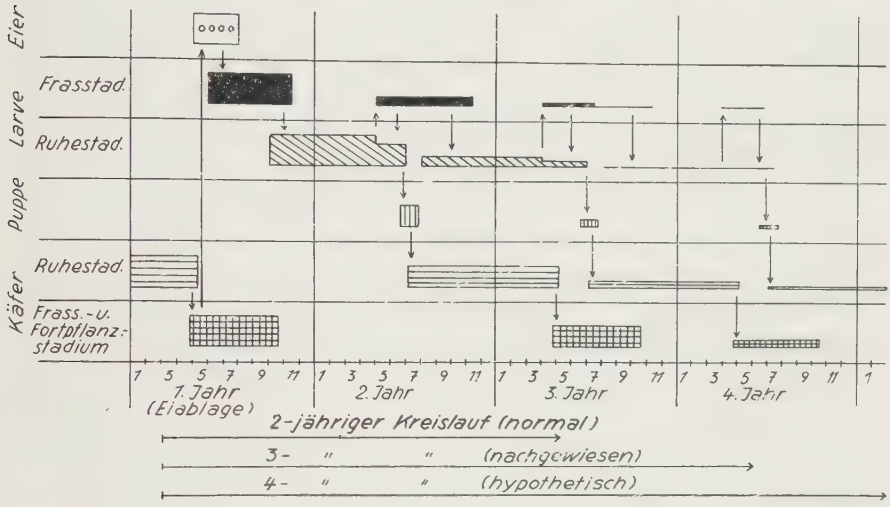


Abb. 19. Schema der möglichen Entwicklungsabläufe einer *B. ligustici*-Nachkommenschaft

unmittelbar Einfluß nehmen, liegen leider keine langjährigen Beobachtungen vor. Aus einer Gegenüberstellung der langjährigen Lufttemperatur- und Niederschlagsmittel von Halle/Saale (Dauerschadgebiet) und Hohenheim/Filderebene (allgemeines Verbreitungsgebiet) ist in Übereinstimmung mit der Biologie des Schädlings abzuleiten, daß für seine Vermehrung die Frühjahrs-, Sommer- und Herbstwitterung des Eiablagejahres maßgebend sein müssen. Halle zeichnet sich im langjährigen Durchschnitt der für die Eiablage, Embryonalentwicklung und Fraßzeit der Larven wichtigen Monate Mai bis Oktober durch warmtrockene Witterung aus. In Hohenheim mit durchweg tieferen Temperaturmitteln (Jahrestemperaturmittel von Hohenheim 8,5° C, von Halle 9,1° C) und höheren Niederschlagsmengen (mittlere jährliche Niederschlagsmenge von Hohenheim 685 mm, von Halle 494 mm) liegen normalerweise für die Entwicklung des Klee-Luzernerüßlers wesentlich ungünstigere Bedingungen vor. Im Jahre 1947 wurde im Untersuchungsgebiet das langjährige Temperaturmittel weit über-, das Niederschlagsmittel unterschritten. Wir können daher das Jahr 1947 als vermehrungsbegünstigend bezeichnen, zumal auch die Witterungsverhältnisse im Mai und Juni für die Entwicklung der Eier außerordentlich vorteilhaft waren. Das folgende Jahr

1948 kann als überwiegend kalt und naß charakterisiert werden, hat aber auf die in tieferen Bodenschichten geschützt ruhenden Larven, Puppen und Jungkäfer nicht ungünstig einwirken können. Dagegen war der regnerische Sommer dieses Jahres für das Fraßlarvenstadium des von vornherein schwächeren Käferjahrgangs, der in geraden Jahren zur Fortpflanzung schreitet, sehr nachteilig. Im Jahre 1949 kamen wieder Jungkäfer des verstärkten Jahrgangs 1947 zur Fortpflanzung. Die Niederschlagssumme blieb um 33 v.H. unter dem langjährigen Mittelwert (1947 nur um 7 v.H.); das Jahresmittel der Temperatur lag mit 9,5° C um 1,1° C über dem langjährigen Mittel und noch um 0,1° C über dem Mittel des Jahres 1947. Das nasse Jahr 1950 hatte wieder keine nachteilige Wirkung auf die ruhenden Stadien. Der in diesem Jahre erscheinende „gerade Käferjahrgang" konnte sich, wie schon 1948, zahlenmäßig nicht ausweiten. 1951 erschien eine infolge der günstigen Klimaverhältnisse der Jahre 1947 und 1949 verstärkte Population. Hohe Niederschlagsmengen in den Monaten Juni, August und November verursachten erhöhte Sterblichkeit der Larven und dezimierten damit die anfänglich umfangreiche Nachkommenschaft dieses Käferjahrgangs, bei dem sich eine Massenvermehrung anbahnte. Während des Fortpflanzungsjahres 1953 vernichtete durch starke Niederschläge verursachte Bodennässe den größten Teil der Junglarven, so daß der Bestand im Verhältnis zu 1951 wieder spürbar geringer war. Die bislang schwache Population der geraden Jahrgänge erfuhr zwar durch die zusammenhängende von Mai bis August 1952 andauernde Periode großer Trockenheit einen fühlbaren Aufschwung, wurde jedoch von September an durch überdurchschnittliche Niederschläge verringert und während des nassen und kühlen Sommers 1954 bis auf geringe Reste vernichtet.

Im Zuge des seit 1940 verstärkt einsetzenden Abbaues der ozeanisch gearteten Klimaperiode Mitteleuropas und des sich durchsetzenden kontinentalen Charakters fand *B. ligustici* als Form mit kontinentaler Anpassung gemeinsam mit anderen Faunenelementen südlicher und mediterraner Verbreitung gute Lebensmöglichkeiten. Alle genannten Jahre mit erhöhtem *B. ligustici*-Auftreten lagen jedoch noch im Bereich der normalen Klimafluktuation, und wir dürfen daher annehmen, daß der Klee-Luzernerüßler im Untersuchungsgebiet nicht zu einem Dauerschädling wird. Nur bei einer Folge trocken-warmer Vegetationszeiten vermag er aus seiner Indifferenz hervorzutreten.

VI. Bekämpfung

Mit der Vervollkommnung der Kenntnisse über die Biologie von *B. ligustici* sind in den letzten Jahren ausreichende Anhaltspunkte für den evtl. Einsatz einer wirksamen Bekämpfung erarbeitet worden:

Quarantänemaßnahmen, wie sie im Einschleppungsgebiet der Vereinigten Staaten von Nordamerika zur Verhinderung einer weiteren Ausbreitung des Schädlings ergriffen werden mußten, haben in Europa geringen Wert, da *B. ligustici* hier zur heimischen Fauna gehört. Dagegen fördern *Kultur- und Pflegemaßnahmen* die gefährdeten Pflanzen und sind geeignet, die Existenzbedingungen für den Schädling zu verschlechtern. Da auch bei starkem *B. ligustici*-Vorkommen auf den Rotklee- und Luzerneanbau nicht mehr verzichtet werden kann, ist eine günstige *Fruchtfolge* zur Verhütung möglicher

Massenvermehrungen unumgänglich. Nach unseren Beobachtungen wirkt sich die in Süddeutschland vorherrschende verbesserte Dreifelderfruchtfolge bisher unbeabsichtigt gegen eine Massenvermehrung des Schädlings aus (Vergleiche auch RADEMACHER 1954). Die Käfer müssen in jedem Jahr Strecken von oft mehreren hundert Metern, ja Kilometern zurücklegen, um neue Ablageorte, die in fernen Flurteilen liegen, zu erreichen. Durch die dabei auftretenden Verluste gelangt nur ein Bruchteil des Käferbestandes zur Eiablage. Leider stellen aus der Dreifelderfruchtfolge herausgenommene Klee- und Luzernefelder (Springschläge) ständige Verseuchungsquellen dar. Von hier aus erfolgt die Besiedlung der Neuansaaten, sobald diese im gleichen Gewann wieder erscheinen. Daneben bilden aus Ackerland zu Grünland und zu Obstwiesen umgewandelte Flächen mit Rotklee- und Luzerneanteilen einen ständigen Gefahrenherd. Im Befallsgebiet sollten derartige Ländereien jährlich auf ihren Besatz mit *B. ligustici* überprüft und, falls notwendig, die Schädlinge bekämpft werden. Auch die auf Wiesen, Feldrainen, an Wegen und Böschungen wildwachsenden *Trifolium-*, *Medicago-* und andre als Wirte bekannte Pflanzenarten können geeignet sein, den Schädling von Jahr zu Jahr überzuhalten. 1952 machten wir die Feststellung, daß *B. ligustici* auf einem mit 10% Rotkleebeimischung bestellten Luzernefeld in der Gemarkung Stuttgart-Möhringen ausschließlich an Rotklee fraß und Eier ablegte. Erst als der *Trifolium*-Bestand durch Wurzelfraß vernichtet war, wechselten die Larven ab Mitte August des Schlüpfjahres an Luzernewurzeln über, wo sie ihre Entwicklung im November vollendeten. Diese Beobachtung legt versuchsweise eine Methode zur Schadenverhütung, zumindest bei schwächerem Käferauftreten nahe. Man drille ungefähr 10% Rotklee zusammen mit der Luzerne aus, der dann für das erste Jahr, in dem die Luzerne noch besonders empfindlich ist, diese entlastet. Die lange *Nutzungsdauer* der Wirtspflanzen, insbesondere der Luzerne, wie sie in Weinbaugebieten, aber auch anderwärts bis zu 10 Jahren, manchmal aber auch noch länger betrieben wird, sollte möglichst auf vier bis sechs Jahre beschränkt werden. Beim Rotklee sollte der Umbruch nach dem zweiten Schnitt im Hauptnutzungsjahr erfolgen, zumal der Hauptbefall durch *B. ligustici* meist im Ansaatjahr eintritt und die Larven bis zum Herbst des Schlüpfjahres den Bestand sehr stark schädigen und dann ihren Fraß einstellen. Durch einen unmittelbar auf den zweiten Schnitt folgenden Umbruch wird allerdings nur die Larvenpopulation betroffen, die aus der Belegung des zweiten Jahres hervorgegangen ist, nicht aber die in größeren Tiefen ruhenden Jungkäfer aus Eiablagen des Ansaatjahres. Ein späterer Umbruch nach einem evtl. dritten Schnitt vermag die bereits zur Überwinterung abgestiegenen Larven nicht zu erfassen. Der *Herkunftswert* der Wirtspflanzen scheint nach eigenen Untersuchungen in bezug auf den Befall eine gewisse Rolle zu spielen (s. S. 265), doch sind die Unterschiede in der Anfälligkeit der einzelnen Sorten und Herkünfte nicht deutlich genug ausgeprägt, als daß deren Wahl eine wirksame Maßnahme gegen *B. ligustici* darstellen könnte. In Gegenden mit günstigen Niederschlagsverhältnissen, milder Winter- und Frühjahrswitterung sollte man von der Frühjahrseinsaat in Sommerung zugunsten einer Herbstaussaat in Wintergetreide oder einer Bestellung als Hauptfrucht im Sommer abgehen. Die Vorzüge einer Reinsaat der wertvollen und langausdauernden Luzerne als Zweitfrucht wiegt nach BECKER-DILLINGEN (1929) den Verlust des Überfruchtertrages auf. Der *Nährstoffversorgung* der Untersaaten wird immer

noch kein genügendes Augenmerk geschenkt, so daß vor der Bestellung nur soviel Düngung verabreicht wird, als für das Gedeihen der Deckfrucht notwendig erscheint. Bei der anfänglich starken Beschattung durch Deckfrüchte erfolgt das Wachstum der Klee- und Luzernepflanzen sehr zögernd; sie ertragen Fraßbeschädigungen nur sehr schlecht. Daher sollte mit der Grunddüngung der Deckfrucht ein entsprechender Anteil von Phosphat- und Kalidüngern zur Versorgung der Untersaaten eingebracht werden. Eine frühzeitige, sofort nach Aberntung der Überfrucht (Juli bis Oktober) bei trockener Witterung durchgeführte *Bodenbearbeitung* ist die einzige Möglichkeit, die Larven vor Beendigung der Nahrungsaufnahme durch mechanische Beeinträchtigung und das Wirken von Atmosphärilien sowie etwa nachfolgenden Hühnerauftrieb oder Vogelfraß einzuschränken. Eier und Larven werden besonders durch schleppergezogene und -angetriebene Geräte (Dreh-, Rüttel-, Roll- und Spatenegge), Egge, Scheibenegge, Grubber, Hacke und Cambridge-Walze vernichtet. In Trockenjahren, in denen *B. ligustici* gefördert wird, dürften *Feldberegnung* oder *-berieselung* die feuchtigkeitsempfindlichen Larven beeinträchtigen und besonders den Rotklee durch üppiges Wachstum widerstands- und regenerationsfähiger machen. Blümke (1952) behauptet, daß im Frühjahr nach dem ersten Schnitt bei *Beweidung* der Luzerne- und Rotkleefelder durch Schafe die Eigelege des „Liebstöckelrüßlers" gestört werden. Eine nennenswerte Beschädigung könnte u. E. nur bei sehr starker Beweidung erwartet werden, die aus Rücksichtnahme auf den nachwachsenden Pflanzenbestand nicht tragbar ist. Eigene Beobachtungen aus dem Jahre 1951 lassen das Überweiden befallener Stoppelkleeschläge im Spätherbst als Bekämpfungsmaßnahme gegen die Larven geeigneter erscheinen. Kleepflanzen, deren Hauptwurzel durch Larvenfraß stark oder vollständig vernichtet waren, wurden von den Schafen herausgerissen. Die um diese Jahreszeit nahe der Oberfläche lebenden Larven sind dabei häufig freigelegt und in großer Anzahl von den weidenden Tieren zertreten oder von Krähen vertilgt worden. Der durchschnittliche Larvenbesatz ging von 65/qm vor der Beweidung auf 36/qm nach der Beweidung sprunghaft zurück, wogegen unbeweidete Flächen einen nur geringfügigen Larvenrückgang aufwiesen. Da während dieser Zeit wenig tote oder durch Pilzkrankheiten vernichtete Tiere gefunden werden konnten, ist die Verminderung des Larvenbestandes auf das Konto der Beweidung und die nachfolgende Einwirkung der Krähen zu buchen. Dem Tritt des Schafes kommt für die Befestigung der Krume, in der sich die geschädigten Pflanzen wieder erholen können, eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu. Befallene Schläge zeigten nach mäßiger Herbstbeweidung im Gegensatz zu nicht beweideten und befallenen Rotkleefeldern, wo die von den Larven beschädigten Wurzeln die Fähigkeit zum Einziehen des Wurzelhalses verloren hatten, im nachfolgenden Frühjahr einen üppigeren Wuchs und dichteren Bestand.

Von der im vorhergehenden Kapitel erwähnten Beeinträchtigung von *B. ligustici* durch eine Beweidung befallener Futterbestände abgesehen, ist über eine planmäßige *biologische Bekämpfung* des Schädlings bisher nichts bekannt.

In den Massenverbreitungsgebieten genügen die vorerwähnten vorbeugenden Maßnahmen und Bekämpfungsmöglichkeiten zur Niederhaltung des Schädlings allein nicht. Die dortige Landwirtschaft sieht sich daher gezwungen, mechanische Verfahren und chemische Mittel anzuwenden. Nach Müller

(1952) werden in Sachsen-Anhalt bei Suchaktionen gegen Derbrüßler auch erhebliche Massen von *B. ligustici* gefunden. In einzelnen Gemeinden gehören bis zu 96 % aller auf Rübenfeldern eingebrachten Käfer der Art *B. ligustici* an. Aus eigenen Erfahrungen wissen wir, daß die dem Erdboden angepaßte Färbung und die Eigenschaft, sich im Frühjahr zu verkriechen, das Auffinden der Tiere stark erschweren und daher keine aussichtsreiche Bekämpfungsmöglichkeit gewährleisten. Auch ein Abfangen der Tiere unter aufgelegten Steinen, Brettern oder Dachpappestücken an Feldrändern verspricht nur bei schwachem Auftreten größeren Erfolg, da sich die Käfer später zerstreuen. Bei starkem Vorkommen der Käfer werden Fanggräben angelegt. Statt des früher gebräuchlichen breiten Grabens wird neuerdings mittels eines Spezialpfluges ein schmaler Fangschlitz gezogen, ohne daß Grabenaushub anfällt und größere Flächenverluste entstehen, da der Pflugkörper das Schlitzprofil in den Boden einpreßt. In Ausnutzung der Gewohnheit von *B. ligustici*, Hindernisse nur ungern zu übersteigen, diese vielmehr durch Entlanglaufen zu umgehen, hat ein Landwirt in Mitteldeutschland ein Gerät konstruiert, welches den Feldrand in einen Winkel von 90° abschneidet und das anfallende Erdmaterial in dünnem Wurf verteilt. Die zuwandernden Käfer stoßen somit gegen eine 10–15 cm hohe senkrechte Wand und fallen, weil sie an dieser entlanglaufen, in Fangschächte, die alle 10 m mit einem Mäusebohrer in die Sohle eingelassen wurden. Diese Fangmethode hat sich, wie wir uns an Ort und Stelle überzeugen konnten, sehr gut bewährt. Wegen der Schwierigkeit, die beschriebenen Fanganlagen rechtzeitig und sorgfältig zu erstellen und in gut fängigem Zustand zu erhalten, ist deren Wert umstritten. Es empfiehlt sich daher, die Fangeinrichtungen zusätzlich mit Kontaktinsektiziden einzustäuben, weil die gefangenen Käfer in ihrem Bestreben, aus den Gräben und Schächten zu entkommen, sehr lebhaft umherkriechen und in gesteigertem Maße mit den ausgebrachten Wirkstoffen in Berührung kommen. Die Anwendung von derartigen Präparaten sollte jedoch unterbleiben, wenn im Befallsgebiet Räuber auftreten, deren willkommene Hilfe man durch eine chemische Bekämpfung vereiteln würde (s. Seite 267).

In jenen Fällen, die eine Anwendung mechanischer und kombinierter Bekämpfungsmethoden nicht zulassen, wird man *chemische Mittel* verwenden müssen. Verständlicherweise stößt die Behandlung von Futterpflanzenbeständen mit chemischen Spritz- und Stäubepräparaten wegen der Gefährdung der Viehbestände auf große Abneigung. Die bisherigen Erfahrungen haben aber gezeigt, daß bei richtiger Dosierung der Präparate und zeitgerechter Ausbringung keine Beeinträchtigung der Gesundheit von Mensch und Haustieren zu befürchten ist. Der sich aus wirtschaftlichen Erwägungen ergebende Zwang, immer wirksamere und billigere Bekämpfungsmöglichkeiten einzuführen, wird in Zukunft wohl auch im Futterpflanzenbau den chemischen Mitteln zu breiterer Anwendung verhelfen.

Für eine hinreichende Bekämpfungsmöglichkeit liefert die Biologie des Schädlings folgende Ansatzpunkte:

1. die verhältnismäßig robusten Käfer sind flugunfähig,
2. die bodenbewohnenden Larven halten sich mit geringen Ausnahmen lediglich im Sommer und Herbst des Schlüpfjahres nahe der Bodenoberfläche auf.

Mit der Einführung *organisch-synthetischer Insektizide* verlieren besonders die in den USA entwickelten Köderverfahren (Lincoln & Palm 1940)

immer mehr an Bedeutung. Gyrisko, Newsom, Marshall und Schwardt (1949) veröffentlichten erfolgversprechende Ergebnisse von Feldversuchen, in denen Parathion, Chlordan, Hexachlorcyclohexan und Toxaphen gegen *B. ligustici* zur Anwendung kamen. Alle genannten Wirkstoffe waren den Ködern überlegen. DDT und DDD zeigten ungenügende Wirksamkeit. Einige dieser Mittel, besonders die chlorierten Kohlenwasserstoffe, rufen bei Ausbringung subletaler Dosen eine Hemmung der Eibildung hervor. Gegen Imagines hatten nach Mühle & Fröhlich (1951) CBHo-Mittel die beste Wirkung. Auch Phosphorsäure-Ester-Präparate brachten ausgezeichnete Ergebnisse und können bei Einhaltung der entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen im Futterbau empfohlen werden. Die beiden Autoren beurteilen Hexachlorcyclohexan im Kampf gegen *B. ligustici* sehr günstig; DDT-Präparate ebenfalls als unbefriedigend. In Hohenheim wurden lediglich einige HCH- und DDT-Zubereitungen sowie eine Kombination beider Insektizide gegen die Imagines von *B. ligustici* im Laboratorium ausgetestet. Der beste Bekämpfungserfolg war bei Anwendung der HCH/DDT-Kombination zu verzeichnen. Eine ausreichende Wirkung wurde allerdings erst bei Ausbringung von 40 kg/ha der Mischung erzielt (= 800 g/ha Gamma-HCH + 720 g/ha DDT), während die gebräuchliche Aufwandmenge von 20 kg/ha der handelsüblichen Lindan-DDT-Stäubemittel nicht ausreichend war. Die Wirtschaftlichkeit solcher Bekämpfungsmaßnahmen wird daher nur bei starker Gefährdung der Kulturen gegeben sein. Die betreffenden Mischpräparate sollten, so lange mit neueren Wirkstoffgruppen keine Erfahrungen vorliegen, jedoch bevorzugt zur Anwendung kommen.

Eine Bekämpfung der in überjährigen oder ausdauernden Futterpflanzenbeständen lebenden *Jugendstadien von B. ligustici* ist auch mit Bodeninsektiziden sehr schwierig, weil ein inniges Einmischen in die Krume als Voraussetzung guter Wirksamkeit nicht durchführbar ist.

Zusammenfassung

Brachyrhinus (Otiorrhynchus) ligustici L. galt bisher als Großschädling des Luzerne- und Zuckerrübenbaues. Ein plötzliches Massenauftreten an Rotklee in Teilen Süddeutschlands war Anlaß zur Durchführung der vorliegenden Arbeit.

Die Systematik des Käfers wird aufgeführt und als zweckmäßigste deutsche Bezeichnung „Klee-Luzernerüßler" vorgeschlagen.

Zwischen den Käfern der beiden untersuchten Herkünfte (Hohenheim bei Stuttgart und Halle/Saale) bestehen keine morphologischen Unterschiede. Die Kenntnisse über die Morphologie der Larve werden an Hand von Abbildungen des Kopfes, der Mundwerkzeuge und des Rumpfes vervollständigt; die Puppe erstmalig beschrieben.

Der Käfer schlüpft in Süddeutschland von Ende Juni bis Ende Juli in einer von der Larve angefertigten Erdzelle. Im Frühjahr beginnt *B. ligustici* schon bei Erwärmung des Bodens über 3,5° C aktiv zu werden und an die Oberfläche zu steigen. Die Dauer des Aufstiegs hängt hauptsächlich vom Verlauf der Bodentemperatur, von Bodenart und -zustand ab und betrug im Untersuchungsgebiet jeweils 37 Tage. Über das Erscheinen an der Erdoberfläche entscheiden die Witterungsverhältnisse, insbesondere die Temperatur in den bodennahen Luftschichten. Es fällt in Süddeutschland in die

Zeit von Ende März bis Anfang Mai. Der Klee-Luzernerüßler begibt sich nach dem Aufstieg sofort auf Nahrungssuche, zieht sich aber bei ungünstiger Witterung immer wieder unter Verstecke zurück. Wanderungen werden im Frühjahr durch Verlust der Wirtspflanzen (Umbruch) und andere noch nicht aufgeklärte Ursachen ausgelöst. In Süddeutschland sind auffallende Massenzüge, wie sie aus anderen Ländern gemeldet wurden, nicht beobachtet worden. Die flugunfähigen Käfer wandern und fressen anfänglich vorwiegend nachts, später zu allen Tageszeiten. Sie sind keine ausgesprochenen Nachttiere. Gute Schutzfärbung, verborgene Lebensweise und mit fortschreitender Jahreszeit zerstreuteres Vorkommen erschweren seine Auffindung. Bei mäßiger Wohndichte sind die Käfer während der Ovipositionsperiode ziemlich ortsstet. Im Untersuchungszeitraum von 1951 bis 1954 stellten wir in Hohenheim als einzige Fortpflanzungsart des Klee-Luzernerüßlers Thelytokie fest. Auch unter den aus dem Raum Halle/Saale untersuchten Individuen befanden sich keine Männchen. Die Eireifung setzt bereits über 6° C langsam ein. Erst wenn die Tagesmittel die 13° C-Grenze überschreiten, werden Eier abgesetzt. Die Eier werden einzeln oder in Gruppen an den Wurzeln der Wirtspflanzen deponiert. Beginn, Verlauf und Dauer der Eiablage stehen zur Temperaturtendenz der Ablagezeit in enger Beziehung. Am förderlichsten sind Durchschnittstemperaturen von 15–20° C. Kurzzeitige, durch unzureichende Temperaturen hervorgerufene Behinderung der Eiablage hat keinen Rückgang der Gesamteizahl zur Folge. Langanhaltende Unterbrechung des Fortpflanzungsprozesses führt dagegen zu fühlbaren Einschränkungen des Vermehrungsvermögens. Während des Reifungsfraßes und der Ovipositionsperiode eintretende Frostgrade können die Gesamteiproduktion stark mindern. Bei längerer Einwirkungsdauer höherer Temperaturen (24–30° C) wird die Eiproduktion gedrosselt. Mit Rotklee gefütterte Tiere übertreffen die Legeleistungen der mit Luzerne gefütterten weit, gleichgültig, ob sie ihre Jugendentwicklung an Rotklee oder Luzerne vollziehen. Aus dem gleichartigen Verhalten der Käfer verschiedener Herkünfte in der Wahl des Futters und bei der Eiproduktion folgt, daß keine Aufspaltung der Art *B. ligustici* in physiologische Rassen vorliegen kann. Langandauernde und ungenügende Ernährung setzen das Vermehrungsvermögen der Käfer zwar herab, die Fähigkeit zur Eiproduktion bleibt auch nach einer vierwöchigen, durch mäßigen Futtermangel erzwungenen Legepause erhalten. Auch wenn die Käfer den auf die Eiablage folgenden Winter überdauern können, sterben sie dennoch spätestens zu Beginn oder im Verlauf der nächsten Vegetationsperiode, ohne sich noch einmal fortzupflanzen. Die entwicklungsfähigen Eier des Klee-Luzernerüßlers nehmen 1 bis 2 Tage nach der Ablage eine gelbbraune Farbe an. Bei konstanten Bedingungen ist im Experiment die kürzeste Entwicklungsdauer 9 Tage bei 30° C und 15 bis 25 Gew.% Bodenfeuchtigkeit. Über 30° C und unter 10° C schlüpfen die Larven nicht. Der Entwicklungsnullpunkt ergibt sich rechnerisch bei 7,7° C; die Thermalkonstante beträgt 209. Es gelang lückenlose Messungen der Stadien ein und derselben Larve durchzuführen. 70% der Larven häuteten sich siebenmal; in den übrigen Fällen traten 8, vereinzelt 9 Häutungen auf. Die Kopfkapselbreite kann unter gewissen Vorbehalten zur Kennzeichnung des Entwicklungsgrades herangezogen werden. Der Anteil im Herbst des Schlüpfjahres erwachsener Larven schwankt von Jahr zu Jahr. Laboratoriums- und Freilandzuchten zeigen, daß auch gleichaltrige Tiere unterschiedliche Wachstums-

geschwindigkeiten aufweisen, selbst wenn sie unter vollkommen gleichartigen Bedingungen gehalten werden. Im wesentlichen hängt die Geschwindigkeit des Larvenwachstums vom Verlauf der Temperatur ab. Sie wird außerdem von der Qualität der Nahrung (Wirtspflanzenart) beeinflußt. Die meisten Larven vollenden bis zum Winter des Schlüpfjahres ihre Entwicklung. Ein kleinerer Teil der Population benötigt ein bis zwei Jahre. Für einen dreijährigen Entwicklungsablauf liegen Anhaltspunkte vor. Mit zunehmendem Entwicklungsgrad vergrößert sich die Widerstandsfähigkeit der Larven gegen extreme Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen. Bodenfeuchtigkeiten von 35–40 Gew.% erweisen sich bei Daueraufenthalt innerhalb sämtlicher Temperaturstufen als tödlich. Dagegen gedeihen alle Larvenstadien im trockenen Boden gut, solange saftige Nahrung zur Verfügung steht. Die Temperatur hat als lebensbegrenzender Faktor nur geringe Bedeutung. Die obere erträgliche Temperaturgrenze ist bei 24° C zu suchen. Unter 6° C entwickelten sich die Larven nicht; der Kältetod trat bei ungefähr – 5° C ein. Die Nahrungsaufnahme wird eingestellt, sobald die Bodentemperatur der Fraßorte unter 6° C absinkt. Die Larven leben nach dem Schlüpfen im Sommer und Frühherbst nahe der Bodenoberfläche, im Spätherbst und Winter in größeren Tiefen. Die vorwinterliche Tiefenwanderung setzt gewöhnlich Anfang November ein. Kurzfristige Abkühlung der Bodenoberfläche unter dem Nullpunkt haben vorher keine wesentliche Veränderung der Wohntiefe zur Folge. Auch wechselnde Bodenfeuchtigkeit und die Häutungsvorgänge veranlassen während der Fraßperiode keine Wohntiefenveränderungen. Nach vollendeter Entwicklung steigen die Larven ohne Rücksicht auf die herrschende Temperatur zur Verpuppung in die Tiefe ab. Die Verpuppung vollzieht sich in einer von der Larve angelegten Erdzelle. Die Verwandlung findet im Freiland ohne Rücksicht auf die Dauer des Larvenstadiums stets im Frühling oder Sommer statt. Die Ansprüche der Puppen an die Bodentemperatur und -feuchtigkeit stimmen mit denen der Larven überein. Die kürzeste Entwicklungsdauer vom Ei bis zum Volltier beträgt etwa 15 Monate. Vom Erscheinen der Eltern-Tiere bis zum Auftreten der Nachkommenschaft an der Bodenoberfläche vergehen jedoch mindestens zwei Jahre. Die Länge der Gesamtentwicklung (2-, 3- bzw. 4jähriger Zyklus) hängt von den Wachstumsbedingungen der Larven ab. *B. ligustici* tritt im Untersuchungsgebiet mit zwei Populationen auf, deren eine in Jahren mit gerader und deren andere in Jahren mit ungerader Zahl erscheint. Eine Vielzahl im Schrifttum aufgeführter Fraßpflanzen (19 Familien mit über 80 Arten bzw. Varietäten) läßt den Klee-Luzernerüßler als Allgemeinschädling erscheinen. Unter den hiesigen Anbauverhältnissen kommen in der Reihenfolge der Beliebtheit geordnet lediglich Rotklee, Luzerne, Gelbklee, Inkarnatklee, Hornschotenklee und Weißklee als Wirtspflanzen in Betracht.

Fraßbild, Schadbild und Schadwirkung der Käfer und Larven werden besprochen.

Die arteigene Vermehrungspotenz beträgt 343. Der Einfluß von Räubern und Parasiten auf Vorkommen und Massenwechsel des Schädlings fällt nicht ins Gewicht. Als hauptsächlichste Feinde können Käfer der Familien *Carabidae* und *Histeridae* genannt werden. Neben einer größeren Zahl anderer Vögel gelten Krähen, Stare, Fasane und Hausgeflügel als Vertilger dieses Rüsselkäfers. Der Klee-Luzernerüßler vermag in höheren Lagen, unwirtlicheren Gegenden und an Standorten mit wechselnden Geländeformen nur

an begünstigten, eng begrenzten Stellen zu gedeihen und kommt nur dort vor, wo der grabenden Lebensweise seiner Entwicklungsstadien keine größeren Hindernisse entgegenstehen. Den beiden Klimafaktoren, Feuchtigkeit und Temperatur, muß die höchste Bedeutung als Begrenzungsfaktor zuerkannt werden. Der Schädling wird in Gebieten mit kontinentalem (steppenartigem) Klimacharakter besonders gefördert.

Die geographische Verbreitung von *B. ligustici* wird beschrieben.

Es wird eine Erklärung für sein Massenauftreten in Süddeutschland in den Jahren 1947 bis 1951 gegeben. Für das Zustandekommen einer Übervermehrung muß in den Monaten Mai bis Oktober der Eiablagejahre warmtrockene Witterung herrschen.

Die im Schrifttum erwähnten vorbeugenden und direkten Bekämpfungsmaßnahmen werden zusammenfassend besprochen. In Süddeutschland wird bei Anwendung der bewährten Dreifelderwirtschaft und intensiver Durchführung von Pflegemaßnahmen eine direkte Bekämpfung nur selten erforderlich sein. Herbstbeweidung der von den Larven befallenen Rotklee- und Luzernebestände durch Schafe hat sich bewährt. Zur unmittelbaren Bekämpfung der Käfer in Futterpflanzenbeständen können bei sachgemäßer Anwendung moderne organisch-synthetische Insektizide empfohlen werden. Sie ergänzen die früher fast ausschließlich geübten mechanischen Verfahren (Fanggrabenmethode) und ersetzen ältere anorganische Fraßgifte.

Summary

Brachyrhinus ligustici, the clover-lucerne weevil, emerges in S.-Germany from the end of June to the end of July. Its ascent to the surface depends on temperature and the condition of the soil and after this, which takes place from the end of March to the beginning of May, it immediately searches for food. In unfavorable weather, it goes back into concealment. The weevil is not markedly nocturnal, good protective coloration, retiring habits and sporadic occurrence make it difficult to find. Parthenogenesis was the only method of reproduction observed. The eggs are laid, singly or in groups, at the roots of the host plants, temperatures of 15–20° C are conducive to oviposition. Frost during the feeding time prior to maturity or during the oviposition period can considerably reduce the total egg production, as can higher temperatures, 24–30° C. Feeding on red clover promotes egg production. The shortest egg development time is 9 days at 30° C. Above 30° C and below 10° C the larvae no longer emerge. 70 % of the larvae moult seven times, the remainder eight or, occasionally, nine times. The head width can be used, with reservations, to determine the larval instar. The larval development is influenced by temperature and the quality of the food, below 6° C they no longer develop and death from cold occurs at −5° C. The full grown larvae go deeper into the soil and pupate in a cell. The demands of the pupa regarding soil temperature and humidity are the same as those of the larva. The shortest development time from egg to adult was 15 months.

The effect of parasites and predators is slight, predators are beetles of the families Carabidae and Histeridae, also birds and poultry. For an outbreak to occur there must be warm, dry weather from May till October of the oviposition year. Areas with a continental climate are particularly suited to the

pest. Treatment by the use of three year rotation and the corresponding methods of cultivation are only rarely necessary. Threatened fields can be treated with organic synthetic insecticides.

Literatur

Agrarmeteorologische Forschungsstelle Stuttgart-Hohenheim, Agrarmeteorologische Monatsberichte, 1946–1953.

Balachowsky, A. & Mesnil, L.: Les insects nuisibles aux plantes cultivées. **2**, 1233–1234, 1936.

Baranyovitz, F.: Angaben zur Biologie und Bekämpfung des Rübenkäfers. Budapest 1944 (Ref. Nachrichtenbl. dtsch. Pflanzenschutzd. N.F. **2**, 100–101, 1948).

Becker-Dillingen, J.: Handbuch des Hülsenfruchtbaues und Futterbaues. In: Handbuch des gesamten Pflanzenbaues einschließlich der Pflanzenzüchtung, **3**, Berlin 1929.

Blümke: Schafhaltung bedeutet Schädlingsbekämpfung. Mitt. Dtsch. Landw. Ges. **67**, 651–653, 1952.

Claassen, P. W. & Palm, C. E.: The alfalfa snout beetle *Brachyrhinus ligustici* L., a new insect pest in New York State. J. econ. Ent. **28**, 417–420, 1935 (Ref. Rev. appl. Ent. **23**, 465, 1935).

Dosse, G.: *Curculionidae* (Rüsselkäfer). In: Handbuch Pflanzenkrh. 2. Lief. *Coleoptera*, 417–419, Berlin 1954.

Eggermann, E.: Die Bekämpfung des Liebstöckel-Lappenrüßlers *(Otiorrhynchus ligustici* L.). Dtsch. landw. Pr. **63**, 210, 1936.

Eichler, Wd.: Auffällige Schädlingsvorkommen in Mitteldeutschland 1948. Nachrichtenbl. dtsch. Pflanzenschutzd. N. F. **3**, 168–172, 1949.

Friederichs, K.: Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. **1**, 162–176, Berlin 1930.

Gauckler, H.: *Otiorrhynchus ligustici*, Dickmaulrüßler. Wschr. Ent. **2**, 524–525, 1897.

Gyrisco, G., Newsom, L. D., Marshall, D. S. & Schwardt, H. H.: New Advances in alfalfa snout beetle control. J. econ. Ent. **42**, 311–314, 1949.

Hey, A.: Anbautechnische Maßnahmen als Pflanzenschutzmittel im Feldanbau der kleeartigen Pflanzen. Forschungsd. Neudamm **13**, 304–329, 1942.

— Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge im Samenbau der kleeartigen Pflanzen. Der Futterbau **3**, 142, 1945.

Hollrung, M.: Einige weitere Bemerkungen zu *Otiorrhynchus ligustici* L. Wochenschr. Ent. **2**, 549–550, 1897.

Jørgensen, J.: Biology of the alfalfa snout beetle *(Otiorrhynchus ligustici* L.) in Denmark. Roy. Vet., Agric. Coll. Copenhagen, Denmark, Jearbook 105–146, 1953.

Keifer, H. H.: Some Pacific Coast Otiorrhynchid Weevil Larvae. Entomologica Americana **13**, 45–85, 1933.

Kienitz, M.: Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung des Maikäfers. Z. Forst-Jagdwes. **24**, 99–109, 1892.

Klinkowski, M. & Lehmann, H. C.: Kranke Luzerne. 117–119, Neudamm 1937.

Klinkowski, M.: Der Luzernesamenbau als phytopathologisches Problem. Anz. Schädlingsk. **22**, 17–24, 1949.

Kovačevič, Z.: Über die wichtigsten Schädlinge der Kulturpflanzen in Slawonien und Bačka. Verh. Dtsch. Ges. angew. Ent. **7**, 36, 1928.

Landgraf, Th.: Ein gefährlicher Obstbaumschädiger, *Otiorrhynchus ligustici*, der Liebstöckelrüßler. Kranke Pflanze **2**, 167–170, 1925.

Lehmann, H. C. & Klinkowski, M.: Zur Pathologie der Luzerne. 1. Die schädlichen Rüsselkäfer *(Curculionidae)*. Ent. Beih. **9**, 1–78, 1942.

Lincoln, C. G. & Palm, C. E.: New Baits for the Control of the alfalfa snout beetle, *Brachyrhinus ligustici* (L.). J. econ. Ent. **33**, 639—643, 1940.

— Control of the alfalfa snout beetle, *Brachyrhinus ligustici* (L.). J. econ. Ent. **33**, 769–773, 1940.

— Biology and Ecology of the alfalfa snout beetle. Cornell Univ. Agr. Exp. Stat., Mem. 236, Ithaca, New York 1941.

Lona, C.: Coleopterorum Catalogus. Pars 148, 174-178, 1936.

Mühle, E. & Fröhlich, G.: Vergleichende Untersuchungen über *Brachyrhinus (Otiorrhynchus) ligustici* L. und *Liophloeus tessulatus* Müll. und deren Beziehungen zum Liebstöckel, *Levisticum officinale* Koch. Beitr. Ent. **1**, 1–41, 1951.

Müller, K. R.: Der Liebstöckelrüßler, ein gefährlicher Luzerneschädling. Kranke Pflanze **15**, 61–64, 1938.
— Vier Jahre Derbrüßlerbekämpfung in Sachsen-Anhalt. Nachrichtenbl. dtsch. Pflanzenschutzd. N. F. **6**, 8, 1952.
Palm, C. E.: The alfalfa snout beetle, *Brachyrhinus ligustici* (L.). Bull. agric. rep. Stat. Ithaca **629**, 47, 1935.
— Status of the alfalfa snout beetle *Brachyrhinus ligustici* (L.). J. econ. Ent. **29**, 960–965, 1936.
Rademacher, B.: Krankheiten und Schädlinge im Acker- und Feldgemüsebau. 2. Aufl. 173–174, Stuttgart 1954 (a).
—· Regionale Pflanzenpathologie Südwestdeutschlands. Mitt. Biol. Bundesanst. **80**, 34–50, 1954 (b).
Rambousek, Fr.: Die Rübenschädlinge im Jahre 1927 und 1928. Z. Zuckerind. Čsl. Rep. **54** (11), 105–114, 1929/30.
Reitter, E.: Fauna Germanica. **5**, 11–31, Stuttgart 1916.
Remisch, Fr.: Hopfenschädlinge. Z. wiss. Ins. biol. **4**, 331—332, 1908.
Schmidt, G.: Beobachtungen im Derbrüßler-Befallsgebiet Sachsen-Anhalts und Vorschläge zur Bekämpfung. Anz. Schädlingsk. **23**, 101—102, 1950.
Schweiger, H.: *Otiorrhynchus (Arammichnus) ligustici* L. als Rosenschädling. Beitr. Ent. **3**, 337–342, 1953.
Szekessy, W.: Über Parthenogenese bei Coleopteren. Biol. gen. **12**, 577–590, 1937.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Frankfurt a. M.

Zur Kenntnis der paläarktischen *Aphidiinae* (Hym., *Braconidae*)

1. Beitrag: Die wirtschaftliche Bedeutung von *Aphidius ribis* Hal.

Von Manfred Mackauer

Um die Wirksamkeit der Blattlaus-Schlupfwespe *Aphidius ribis* Haliday, 1834 als Hemmungsfaktor einer Population von *Cryptomyzus ribis* (Linnaeus, 1758) [= *Capitophorus ribis* L.] festzustellen, wurden während der Sommermonate 1957 in einem isoliert gelegenen Kleingartengelände der Umgebung Wiesbadens die jeweiligen Befallsdichten ermittelt.

Zu diesem Zweck wurden in wöchentlichen Abständen etwa 10–15 % der parasitierten Blattläuse eines Johannisbeerstrauches in Petrischalen eingesammelt und ihre Parasiten im Labor schlüpfen gelassen; um eindeutige Werte zu erhalten, sind nur die zu dem entsprechenden Zeitpunkt bereits verpuppten Parasiten berücksichtigt worden.

Cryptomyzus ribis kann dadurch, daß er charakteristische rot oder gelb gefärbte Blasengallen besonders an *Ribes rubrum* L. hervorruft, starke Zuwachsschäden bewirken und ist außerdem Virus-Vektor für die Streifenkrankheit der Zwiebel (= Allium Virus 1) und das Mosaikvirus von Wasserrübe und Dahlie (= Dahlia Virus 1) (Heinze 1951).

Als Parasiten wurden bisher folgende 3 Aphidiinen festgestellt: *Aphidius (Aphidius) ribis* Haliday, 1834, *Aphidius (Lysiphlebus) testaceipes* (Cresson, 1880) und *Praon abjectum* (Haliday, 1833). – Von diesen tritt *Praon* meist zu vereinzelt auf, als daß ihm wirtschaftliche Bedeutung zukäme, während *Aphidius testaceipes* nur in den USA und in Mexiko verbreitet ist und deshalb für unsere Betrachtungen nicht in Frage kommt.

Einzelne Imagines von *Aphidius ribis* wurden erstmals in den letzten Maitagen beobachtet und verschwanden um Ende Juli herum wieder. Ob sie mit der Sommergeneration von *Cryptomyzus* an *Stachys* übersiedelten, konnte nicht überprüft werden. Dagegen ist sicher, daß andere Blattläuse des Beobachtungsgebietes in der Folgezeit nicht als Wirtstiere angenommen wurden[1]. Kurve a in Abb. 1 stellt den Parasitierungsverlauf für die Zeit vom 30. 5. bis zum 5. 8. 1957 dar, während Kurve b den jeweiligen Prozentsatz an Hyperparasiten angibt. Es geht daraus hervor, daß das Vermehrungspotential von *Aphidius* ausreicht, um innerhalb von 2–3 Wochen einen durchschnittlichen Parasitierungssatz von 17 % – dieser Wert stieg in Einzelfällen auf 30–40 % an – zu erreichen. Ein starkes Übergewicht der Hyperparasiten bedingt jedoch, daß *Aphidius ribis* während der weiteren Entwicklungszeit nur eine geringe Rolle als W-Faktor spielen kann.

[1] Vier Exemplare von *Aphidius ribis* Hal. wurden in der Zeit von Mitte bis Ende Mai erstmalig aus dem neuen Wirt *Aphidula (Aphidula) schneideri* (C. Börner, 1940), welche durch Sproßstauchungen und als Überträger des Stachelbeernervenbandmosaiks (Posnette 1952) schädlich wird, gezogen.

Insgesamt wurden in dem angegebenen Zeitraum 410 parasitierte Blattläuse eingesammelt, aus denen im einzelnen 84 *Aphidius ribis* HAL., 243 Exemplare einer nicht näher determinierten Cynipiden-Art (*Allotria minuta* HARTIG, lt. MARSHALL), 3 Chalcididen und 1 Proctotrupide, die gleichfalls nicht bestimmt werden konnten, schlüpften.

	n	%
Aphidius ribis	84	20,5
Cynipidae	243	59,4
Chalcididae	3	0,7
Proctotrupidae	1	0,2
nicht geschlüpft	79	19,2
	410	100,0

Daraus ergibt sich ein Verhältnis zwischen Parasiten und Hyperparasiten wie ca. 1:3, wobei jedoch bei *Aphidius ribis* das Verhältnis ♂♂ zu ♀♀ mit 1:2 günstiger liegt als bei der Cynipiden-Art, bei welcher auf 2 ♂♂ im Durchschnitt nur 3 ♀♀ entfallen.

Mit 19,2 % ist der Anteil der Kokons, aus denen weder ein *Aphidius* noch ein Hyperparasit schlüpfte, relativ hoch. (BEIRNE erhielt bei einer Zucht von *Praon volucre* (HAL.) aus *Hyalopterus pruni* (GEOFFR.) nur in 6 % keine Parasiten). Die leeren „Blattlaus-Hüllen" erwiesen sich bei einer Präparation unter dem Binokular als relativ dick, zäh und undurchsichtig im Vergleich zu den papierdünnen und fast durchsichtigen, welche das Schlüpfloch eines Parasiten aufwiesen. Da in einem großen Teil dieser „Hüllen" vertrocknete Puppen gefunden wurden, ist es wahrscheinlich, daß dieselben beim Loslösen von der Blattoberfläche verletzt worden sind und eingingen.

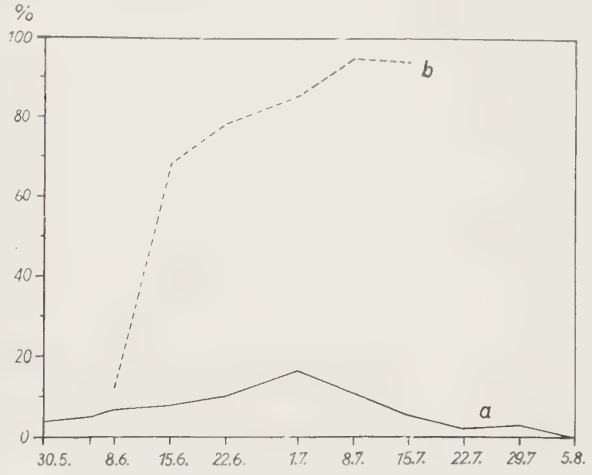


Abb. 1. a Prozentsatz parasitierter Blattläuse, b Anteil der Hyperparasiten

Eine Zusammenstellung der Schlüpfzeiten während der Hauptentwicklungsperiode Anfang Juli, und zwar jeweils vom Tag des Einsammelns an gerechnet, gibt Abb. 2. Die Mehrzahl der Cynipiden schlüpfte unter den gleichen Bedingungen zu einem späteren Zeitpunkt als die Aphidiinen. Da letztere aber mit ungefähr 12–18 Tagen eine ungefähr gleichlange oder sogar längere Entwicklungszeit haben als die Gallwespen, ist dies eine Bestätigung der von BEIRNE (1942) gemachten Annahme, daß die Cynipiden erst die nahezu verpuppungsreifen Larven der Blattlaus-Schlupfwespen angreifen.

Außer der Entwicklungsdauer sind für die Beurteilung der biologischen Wirksamkeit eines Parasiten sein Vermehrungsfaktor, seine Temperaturabhängigkeit, sein Verbreitungsradius usw. maßgeblich. Unter Zugrundelegung der von ULLYETT (1938) für südafrikanische *Aphidius*-Arten ange-

gebenen Eizahlen von 300–400 pro Weibchen und einer Entwicklungszeit von 16 Tagen in unserem Klima, besäße der *Aphidius* bei nur 4 Generationen pro Sommer das stattliche Vermehrungspotential von 1,6 Milliarden weiblicher Nachkommen. Nach Quilis Perez (1929 u. 1931) muß dieser Wert noch weit höher angenommen werden, da er von einem befruchteten Weibchen von *Aphidius avenae* Hal. nach 10 Tagen rund 750, in einem anderen Fall, bei *Aphidius (Lysiphlebus) gomezi* (Quilis), nach 8 Tagen sogar mehr als 1000 Nachkommen erhielt.

Hemmend wirkt sich dagegen aus, daß die Blattlauswespen ein höheres Temperaturoptimum als ihre Wirte verlangen, eine Tatsache, die von den meisten Autoren bislang wenig beachtet wurde, die jedoch von entscheidender Bedeutung ist. Hierin ist höchstwahrscheinlich der Hauptgrund zu suchen, daß, obwohl einzelne Parasiten schon im zeitigen Frühjahr beobachtet wurden, die eigentliche Massenvermehrung um mindestens 1–2 Generationen später als bei den Blattläusen einsetzt. Die Temperaturabhängigkeit bzw. -resistenz ist jedoch ein Fragenkomplex, der nicht ohne weiteres durch ökologische Beobachtungen allein geklärt werden kann.

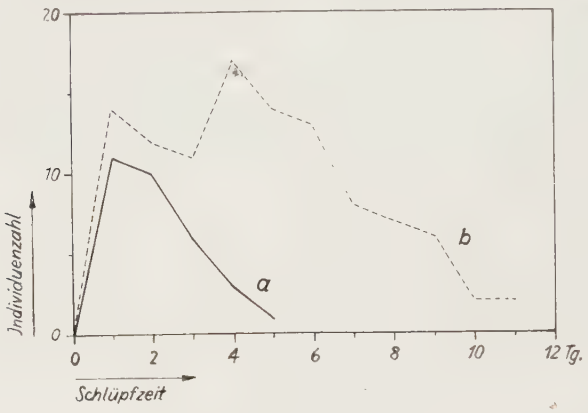


Abb. 2. Schlüpfzeiten: a von *Aphidius ribis* Hal., b von (?) *Allotria minuta* Hartig

Temperaturexperimente mit den beiden Arten *Aphidius ribis* und *rosae* Hal. lieferten unterschiedliche Ergebnisse: So konnten bei *ribis* durch 3tägigen Aufenthalt bei +4° C ungefähr 80–90 % der Larven und Puppen zum Absterben gebracht werden, während von *rosae* noch nach 6 Wochen unter den gleichen Bedingungen lebensfähige Imagines erhalten wurden[2].

Vom Standpunkt der biologischen Schädlingsbekämpfung ist auch der Verbreitungsradius von *Aphidius ribis* unbefriedigend. So wurde im vorliegenden Fall beobachtet, daß oft schon in 30 m Abstand von einer stark parasitierten Blattlauskolonie andere fast unberührt geblieben waren. Ob dies tatsächlich an einer geringen „Wanderwilligkeit" der *Aphidius*-♀♀ gelegen hat oder ob bislang unberücksichtigt gebliebene Einflüsse dafür maßgeblich waren, konnte nicht festgestellt werden.

Eine weitere Klärung der Rolle, die die Aphidiinae als W-Faktoren bei der Regulierung von Blattlaus-Populationen spielen, scheint schon aus dem Grunde erwünscht, als sowohl in Südeuropa als auch in den Vereinigten Staaten im Durchschnitt ein weit höherer Parasitierungsgrad als im vorliegenden Beispiel gefunden wurde und sie zweifellos auch bei uns eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Erhaltung des biologischen Gleichgewichtes,

[2] Diese Untersuchungen, die für eine Beurteilung der Überwinterung ebenfalls aufschlußreich sind, sollen in erweiterter Fragestellung noch auf andere Arten ausgedehnt werden.

vor allem bei den wirtschaftlich nicht unmittelbar wichtigen Aphiden, ausüben.

Zusammenfassung

Bei der Untersuchung, welche Bedeutung *Aphidius ribis* Hal. (Hym., Braconidae) als Hemmungsfaktor einer Population von *Cryptomyzus ribis* L. (Homoptera, Aphididae) zukommt, ergab sich während der Hauptentwicklungszeit ein mittlerer Parasitierungssatz von 17 % (Maximum 40 %), der sich auf Grund eines starken hyperparasitären Übergewichtes von 3:1 aber nicht weiter auswirken konnte.

Aus den Angaben über Entwicklungsdauer und Vermehrungspotential kann gefolgert werden, daß *Aphidius ribis* theoretisch in der Lage ist, eine Blattlausgradation zum Erliegen zu bringen, der geringe Verbreitungsradius und das im Vergleich zu den Wirten höher liegende Temperaturoptimum der Wespe erweisen sich aber als hemmend vom Standpunkt der biologischen Schädlingsbekämpfung aus gesehen.

Summary

A study of the importance of *Aphidius ribis* Hal. (Hym., Braconidae) as a limiting factor for a population of *Cryptomyzus ribis* L. (Hem., Aphididae) showed a mean parasitism rate of 17 % (max. 40 %) during the main development period; this did not increase due to the high preponderance (3 : 1) of hyperparasites.

From the data on time for development and increase potential, it can be concluded that, theoretically, *Aphidius ribis* could counteract an aphis outbreak. The small radius of spread and the higher optimum temperature, as compared with the host, however, prove to be restrictive from the point of view of biological control.

Literatur

Beirne, B. P.: Observations on the life-history of Praon volucre Haliday (Hym.: Braconidae), a parasite of the Mealy Plum Aphis (Hyalopterus arundinis Fab.). – Proc. R. ent. Soc., London. (A) **17**: 42–47, 19 Fig. (1942).

Heinze, K.: Die Überträger pflanzlicher Viruskrankheiten (eine tabellarische Übersicht). – Mitt. Biol. Bundesanst. f. Land- u. Forstw., Berlin-Dahlem. Heft 71, 127 S. (1951).

Marshall, T. A.: A monograph of British Braconidae. Part VIII. – Trans. ent. Soc., London. **1899**: 1–79, 1 Taf. (1899).

Quilis Perez, M.: Estudio biologico del icneumonido Aphidius avenae Hal., parasito de los pulgones verdes. – Eos, Madrid. **5**: 427–459, 5 Fig. (1929).

— Especies nuevas de Aphidiidae espanoles (Hym., Braconidae). – Eos, Madrid. **7**: 25–84, 98 Fig. (1931).

Sorauer, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. V. Band: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, 2. Teil. (4. Liefg.: Homoptera II. Teil). 5. Aufl. Bearb. v. Dr. C. Börner †, Dr. K. Heinze, Dr. W. Kloft, Prof. Dr. M. Lüdicke, Dr. H. Schmutterer. – Paul Parey, Berlin. 586 S., 257 Abb. (1957).

Ullyett, G. C.: The species of Aphidius (Aphidiinae: Braconidae) as parasites of Aphids in South Africa. – Sci. Bull. Un. S. Afr. Dep. Agric. For., Pretoria. No. 178, 28 S., 9 Fig (1938).

Aus der Abt. Forstschutz der B. F. A. für Forst- und Holzwirtschaft

Zur mechanisch-chemischen und ökologischen Bekämpfung des Riesenbastkäfers (*Dendroctonus micans* KUG.)

(Eine zusammenfassende Darstellung)

Von W. Rühm, Reinbek b. Hamburg

A. Einleitung

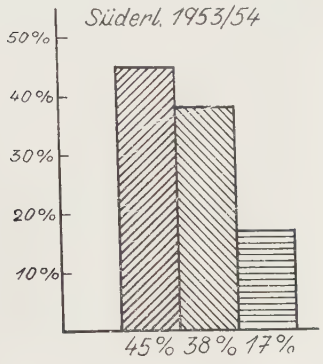
Schon seit 1939 machte sich der Riesenbastkäfer in Schleswig-Holstein, vor allem in den staatlichen Revieren Südtonderns und Schleswigs, stärker bemerkbar. In den Nachkriegsjahren nahmen die durch *Dendroctonus micans* Kug. hervorgerufenen Schäden in zahlreichen Fichtenwaldungen ein bedrohliches Ausmaß an. Allein in den Forstämtern Flensburg und Schleswig fielen nach 1945 laut Angaben des Landesforstamtes in Kiel ca. 10 000 bis 12 000 Festmeter Fichten – vorwiegend die Sitkafichte (*Picea sitchensis* Carr., Gezeitenfichte) – dieser früher dort äußerst seltenen Borkenkäferart in einem Alter von 30–40 Jahren zum Opfer. Wie bei *Ips typographus* L. war auch hier die Gradation durch die Dürrejahre 1947/48 besonders gefördert worden. Während die *Ips typographus*-Kalamitäten in Deutschland überall zum Erliegen gebracht werden konnten, bildet der Riesenbastkäfer auch heute noch eine Gefahr für die Fichtenbestände in Schleswig-Holstein.

Trotz der vorausgehenden, starken Einschläge kamen u. a. in der Revierförsterei Süderlügum (FA. Flensburg) noch in der Zeit vom 1. 10. 52 bis 30. 9. 53 weitere 410,09 fm Fichte, darunter allein 353,52 fm Sitkafichte, fast ausschließlich wegen *Dendroctonus*-Fraßes zum Einschlag. Selbst ab 1. 10. 53 bis April 1954 mußten im Laufe der Sanierungs- und Bekämpfungsmaßnahmen wiederum 597 fm Sitka-, Rot- und Weißfichten, die stark befallen und teilweise am Absterben waren, frühzeitig geschlagen werden (Diagramme Nr. 1–4).

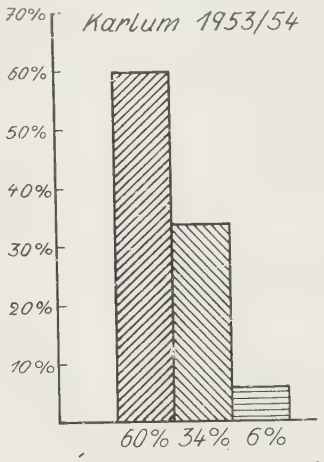
Auch in den staatlichen Revieren der mittleren Landesteile Schleswig-Holsteins, so im FA. Neumünster, sind weitere starke bis sehr starke Befallsherde zu finden.

In den Privatwaldungen bzw. Privatwaldparzellen ist augenblicklich der Befall besonders stark, da dort bisher so gut wie keine Bekämpfungsmaßnahmen vorgenommen wurden. Nicht selten findet man in diesen Revieren abgestorbene Fichten im Bestand, aus denen die Käfer schon mehr als ein Jahr ausgeflogen sind und dann bereits die umstehenden Fichten in großer Anzahl angegriffen haben. Der Befall in den Privatwaldungen, wie beispielsweise Schobüll, Bredstedt und Jübek betrug 1954 nach Schätzungen im Durchschnitt 60 % der Bestockung. Eine Waldparzelle bei Lexgaard (Südtondern) mußte mit Ausnahme des Jungwuchses 1953 vollständig abgetrieben werden, da die einzelnen Fichten stark befallen und die in der Nähe gelegenen staatlichen Reviere durch ausfliegende Käfer bedroht waren.

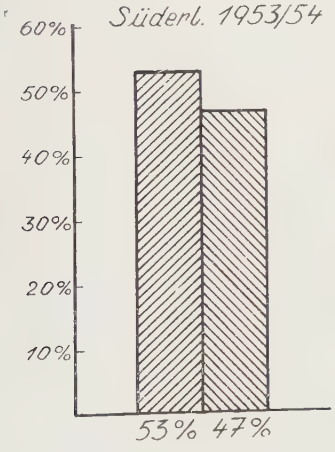
Sehr starken Befall weisen auch die Windschutzstreifen bzw. Knicks, die sich aus Sitka-, Rot- und Weißfichte zusammensetzen, im Raume Westre – Medelby – Osterby (Südtondern) auf. In einem Windschutzstreifen an der



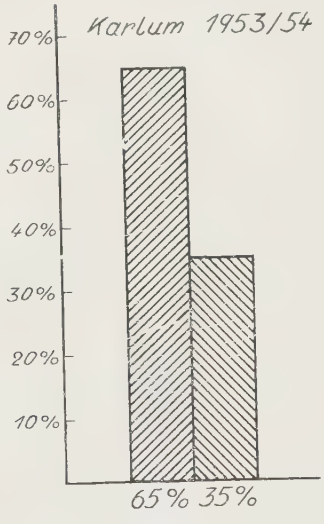
Nr. 1. Anteil der Sitka-, Rot- und Weißfichte an der Gesamtzahl befallener Bäume in Süderlügum 1953/54



Nr. 2. Anteil der Sitka-, Rot- und Weißfichte an der Gesamtzahl befallener Bäume in Karlum 1953/54



Nr. 3. Anteil der Sitka- und Rotfichte an den gefällten Bäumen in Süderlügum 1953/54



Nr. 4. Anteil der Sitka- und Rotfichte an den gefällten Bäumen in Karlum 1953/54

Straße Medelby–Osterby konnte an rund 50 % der Sitkafichte *Dendroctonus*-Befall festgestellt werden. Allein 19 % dieser befallenen Bäume waren bereits abgestorben und von den Käfern verlassen. Sekundär hatten sich dann *Pityogenes chalcographus* L., *Cryphalus abietis* Ratz. und *Polygraphus poligraphus* L. angesiedelt. Da in diesem Falle bereits einige Bäume früher,

zweifellos durch *Dendroctonus micans* Kug. abgetötet und anschließend gefällt worden waren, ist der Wert dieser Knicks als „Windschutz" weitestgehend herabgemindert. Hier wie an verschiedenen anderen Stellen wirken diese Lücken im Knick geradezu als „Düsen", die die Windwirkung sogar verstärken. Im Schulgarten Westre (Südtondern) waren trotz vorhergehender, mehrfacher Fällungen 1953 noch 23 % sämtlicher Sitkafichten in einem Alter von 25 Jahren von *Dendroctonus micans* Kug. befallen. Zum Zeitpunkt der Kontrolle waren 13 % davon völlig abgestorben und die Käfer ausgeflogen.

Als besonders bedrohlich muß gerade in den letzten Jahren der zunehmende, teilweise starke Befall an der Rotfichte angesehen werden. Im Stadtforstamt Lübeck war ein Rotfichtenbestand (s. u.) von 12 ha, nahe der Zonengrenze an der Trave gelegen, stark bedroht. In diesem Falle befindet sich der Bestand nicht einmal in der Nähe von Sitkafichtenbeständen, durch die u. a. eine *Dendroctonus*-Gradation gefördert werden kann. Es stellte sich nämlich im Laufe der Untersuchungen heraus, daß häufig ein stärkerer Befall an Rotfichte auftritt, wenn in der Nähe die die Entwicklung der Käferbruten besonders begünstigenden Sitkafichten stehen (vgl. Francke-Grosmann 1954). Im obigen Falle dürften vorwiegend Rauchschäden die Rotfichten für den Angriff durch *Dendroctonus micans* Kug. disponiert haben. Im Privatrevier Hartenholm sind es die vom Rotwild geschälten und erheblich rotfaulen Rotfichten, in denen der Riesenbastkäfer in großer Anzahl brütete, ohne daß der Sitkafichtenanteil am Bestand eine Rolle spielen würde.

Auf Grund dieser Tatsachen ist es klar, daß stellenweise die Bestände in ihrer Existenz bedroht sind, wenn es nicht gelingt, den fortschreitenden Einschlag wegen Käferfraßes durch geeignete, rentable Bekämpfungsmaßnahmen abzustoppen. Der „aufgezwungene" Einschlag macht sich nämlich in Schleswig-Holstein besonders bemerkbar, da es sich häufig um kleinere Waldungen, Parzellen und Kleinstparzellen handelt, die gelichtet, vom Wind verhältnismäßig leicht aufgerollt werden können. Wie die Wintermonate 1954/55 und 1955/56 wieder deutlich gezeigt haben, ist der Wind hier einer der größten „Feinde" der Waldungen. Früher entstanden nach scharfem Käfer-Einschlag in verschiedenen Fichtenbeständen in den exponierten Lagen Südtonderns, u. a. in der Revierförsterei Süderlügum, sekundär durch Windeinwirkung weitere, nicht unerhebliche Schäden. Wenn auch die Sitkafichte als windfest anzusprechen ist, so können doch infolge der anmoorigen Böden bei stärkerer Durchlichtung exponierte Bestände relativ leicht aufgerollt werden. Außerdem verträgt die Sitkafichte, die in Schleswig-Holstein stellenweise in zu wenig bzw. zu spät durchforsteten Beständen anzutreffen ist, eine plötzliche Freistellung nicht, wie sie bei scharfem Käfereinschlag erfolgt ist. Sie wird physiologisch geschwächt, so daß den Käfern zahlreiche neue Brutstätten zur Verfügung stehen.

Keinesfalls ist die Verminderung der *Dendroctonus*-Populationen nur von „lokaler" Bedeutung. An Hand der Biologie und Ökologie des Riesenbastkäfers kann nämlich vermutet werden, daß er gegebenenfalls, an die Westküste der USA verschleppt, in den dort heimischen Sitkafichtenbeständen zu einem beachtlichen Schädling wird. Eine Verschleppung ist aber bei stark verseuchten Beständen eher möglich, da diese sich auch noch in küstennahen Gebieten befinden. Ebenso muß an eine Verschleppung des *Dendroctonus micans* in die Sitkafichtenbestände Großbritanniens gedacht werden.

Diese oben geschilderte Situation veranlaßte nun das Landesforstamt[1] in Schleswig-Holstein, an die Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Reinbek mit der Bitte heranzutreten, als „Nahziel" direkte Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Riesenbastkäfer auszuarbeiten. Die hierzu ausgeführten Versuche, ihr Ergebnis, die nachfolgende Bekämpfung, deren Auswirkungen, die Rentabilität des vorgeschlagenen Verfahrens sowie die Möglichkeiten einer ökologischen Bekämpfung des Schädlings sind der Inhalt der folgenden Ausführungen[2].

B. Die mechanisch-chemische Bekämpfung des *Dendroctonus micans* KUG.

Die Versuche zu einer geeigneten Bekämpfung des Riesenbastkäfers wurden in den Revieren Süderlügum und Karlum des Staatlichen FA. Flensburg durchgeführt.

I. Ist eine mechanisch-chemische Bekämpfung des *Dendroctonus micans* KUG. überhaupt zweckmäßig?

Aus verschiedenen Untersuchungen (u. a. Francke-Grosmann 1952) geht hervor, daß der Riesenbastkäfer nicht die Hauptursache des „Rotfichten- bzw. Sitkafichtensterbens" in Schleswig-Holstein bildet. In den meisten Fällen ist er ein Sekundärschädling, nur ein Glied in einer mannigfaltig verknüpften Kette zahlreicher Faktoren, die einerseits auf eine ausländische Holzart, andererseits auf eine einheimische Holzart außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes ungünstig einwirken. Beide Holzarten leben nicht in ihrem optimalen Lebensbereich. Da die auf sie einwirkenden Umweltreize offenbar gerade noch ertragen werden, schleppen sich die Schädigungen hin. In dem „labilen Gefüge" ist der Riesenbastkäfer schließlich zu einem Dauerschädling wie beispielsweise *Pristiphora abietina* Christ. geworden. Man kennt zwar eine Reihe Faktoren, wie z. B. unausgeglichener Wasserhaushalt, Staunässe und Rotfäule, die gerade die Sitkafichte ungünstig beeinflussen, schwächen und so für den Angriff des Riesenbastkäfers disponieren; der primäre Faktorenkomplex aber konnte bisher noch nicht ermittelt werden.

Von vornherein mußte aus den erwähnten Gründen geklärt werden, ob eine mechanisch-chemische Bekämpfung des *Dendroctonus micans* Kug. zu verantworten ist, wenn damit nicht die eigentliche Ursache bzw. die ursächlichen Faktoren, die eine Disposition für verschiedene Krankheiten schaffen, beseitigen kann.

Neben einigen waldbaulichen bzw. waldhygienischen Maßnahmen (s. u.), Bestandespflege und Vorsichtsmaßnahmen bei der Nutzung haben wir zur Zeit keine Möglichkeit, den verschiedenen, ungünstig auf die Fichte einwirkenden, z. T. standörtlich bedingten Faktoren entscheidend und in kurzer Zeit entgegenzutreten. Waldbauliche Maßnahmen – unter der Voraus-

[1] Für die finanzielle Unterstützung der Versuche und ihr stetiges Entgegenkommen danke ich der Landesforstverwaltung von Schleswig-Holstein.

[2] Für Ratschläge bei der Anfertigung des Manuskriptes schulde ich Herrn Prof. Dr. J. Weck, Frau Prof. Dr. H. Francke-Grosmann und Herrn Dr. Th. Wilhelmi, für Hilfe bei der Auswertung des gewonnenen Materials Frl. H. Markert Dank.

setzung, daß man Rot- und Sitkafichte in Schleswig-Holstein halten und weiterhin anbauen will – nehmen bekanntlich viele Jahre bzw. Jahrzehnte, besonders in den Fichtenreinbeständen, in Anspruch. Ohne chemische Bekämpfung als „Nahziel" sind aber diese Jahre, nachdem *Dendroctonus micans* Kug. zu einem Dauerschädling geworden ist, nicht zu überbrücken. Durch den Angriff des Riesenbastkäfers wird das Absterben der Rot- und Sitkafichte beschleunigt. Die Rotfäule und verschiedene andere Umweltfaktoren wären vielfach gar nicht in der Lage, in so kurzer Zeit den Tod der betreffenden Bäume herbeizuführen. Wir kennen eine Reihe von Standorten, auf denen die Sitkafichte trotz Rotfäule ein Alter von 60–80 Jahren und darüber erreicht hat (Abb. 1, 2). Würde man sich nur auf waldhygienische Maßnahmen beschränken – sie sind zweifellos jeder chemischen Bekämpfungsmaßnahme im Forst vorzuziehen – und bis zu deren Wirksamwerden die Jahre durch eine chemische Bekämpfung nicht überbrücken, so entstünden fortlaufend Schäden, die ihre planvolle Durchführung durch rasche und starke Abgänge unmöglich machen. Sicher ist, wie die nachfolgenden Untersuchungen noch zeigen werden, der Riesenbastkäfer unter den verschiedenen Schadfaktoren am ehesten einer Bekämpfung zugänglich und kann aus der Faktorenkette weitestgehend ausgeschaltet werden. So wird dann das Alter der Sitkafichte auf den besonders gefährdeten Standorten verlängert. Ihre Lebensdauer wird im allgemeinen durch die Einwirkung verschiedener Standortsfaktoren und sonstiger Umweltreize begrenzt. Unter den gegebenen Bedingungen wäre aber jede Verlängerung der Umtriebszeit als Erfolg zu bewerten. So würde verhindert, daß die Sitkafichte in den besten Zuwachsjahren in einem relativ jungen Alter von 30–40 Jahren abstirbt. Ihr Zuwachs ist auch nach einem Alter von 40 Jahren noch beachtlich und nimmt nur sehr langsam ab. Ein Alter wie in ihrer Heimat an der pazifi-

Abb. 1 u. 2. „Steinholz" bei Schleswig (Fa. Schleswig). Einer der ältesten Sitkafichtenbestände in Deutschland

schen Küste Nordamerikas wird sie bei uns nicht erreichen. Auch wird ihr Umtrieb zum Teil wesentlich kürzer als der unserer Rotfichte sein, wobei allerdings zu beachten ist, daß sie dann auf den ihr zusagenden Standorten mehr als letztere geleistet hat. In derselben Weise gilt es den frühzeitigen Ausfall der widerstandsfähigeren Rotfichte, des Hauptbrutbaumes des *Dendroctonus micans* Kug., unter allen Umständen zu verhindern.

Bei der Erörterung über die Zweckmäßigkeit der chemischen Bekämpfung dürfen keinesfalls die Folgeschäden eines *Dendroctonus*-Befalles außer acht gelassen werden. So werden die Bestände lückig und für den Wind geöffnet (s. o) (Abb. 3). Neben zahlreichen daraus resultierenden Schäden sind u. a. in den exponierten Lagen Windbruch, Windwurf und eine weitgehende Schädigung windempfindlicher Holzarten zu nennen. Weiteren Schädlingen wird auf diese Weise der Angriff erleichtert. Ihre Populationen vergrößern sich rapide, so daß es zu Gradationen kommen kann. Nicht selten spielt hierbei auch die rasche Veränderung des Bestandesklimas eine wesentliche Rolle. Wird der *Dentroctonus*-Befall von einzelnen Bäumen abgewehrt – dies ist bei der Rotfichte häufiger als bei der Sitkafichte – so ist deren Zuwachs teilweise vermindert. Anomales Wachstum an den großen Wundstellen kann auftreten. Außerdem können zuweilen dort Pilze eindringen, die die Bäume weiter schwächen und auch noch technische Schäden hervorrufen. Fäulnisstellen sind dann an den betreffenden Fichten auch an den höhergelegenen Stammteilen zu beobachten; sie bilden wiederum einen Angriffspunkt für den Wind. Bereits jetzt sind schon auf diese Weise wirtschaftliche Verluste eingetreten, ganz abgesehen von den Reklamationen von seiten der Holzhändler.

Abb. 2

Schließlich darf nicht übersehen werden, daß der im Jahre 1905 vereinzelt gefundene *Dendroctonus micans* Kug., der noch um 1920 relativ selten war und als „entomologische Rarität" galt, sich in Schleswig-Holstein und Däne-

mark immer weiter ausbreitete (vgl. Francke-Grosmann 1952, Beier-Petersen 1952). Befallsfreie Gebiete bzw. solche, in denen der Riesenbastkäfer in noch geringer Anzahl vorhanden ist und als Schadfaktor keine Rolle spielt, werden immer seltener und kleiner. Als völlig frei von *Dendroctonus micans* Kug. kann kein 40jähriger Fichtenbestand nördlich der Elbe bezeichnet werden. Im Rahmen anderer Untersuchungen konnte im Sachsenwald 1954/55 bereits auf 4 von 10 Versuchsflächen *Dendroctonus*-Befall festgestellt werden. 1955/56 war auf sämtlichen Flächen letzterer zu beobachten, wobei auch eine Zunahme befallener Rotfichten auf den Einzelflächen registriert werden mußte. Der Befall erstreckte sich auch auf Rotfichtenstubben. Sog. Probeeinbohrungen waren an weitausreichenden Wurzeln einzelner Bäume zu finden. Allerdings richtet sich der Angriff des Riesenbastkäfers im Sachsenwald bisher nur auf sichtbar kränkelnde, häufig stark geschälte Fichten. Demnach muß zumindest die Entstehung von Befallsherden und deren Ausweitung in den südlichen Randgebieten Schleswig-Holsteins verhindert werden. Dies gilt in gleicher Weise für die Bestände, die in das kritische Alter, das vom *Dendroctonus micans* Kug. bevorzugt wird, hineinwachsen.

Abb. 3. Bestandeslücke nach Einschlag der von *Dendroctonus micans* Kug. stark befallenen Sitkafichten

Weiterhin werden beim Sammelhieb eine größere Anzahl Fichten, die dem Bestand hätten erhalten werden können, wegen Käferfraßes gefällt. So kann besonders an höhergelegenen Stammteilen nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob es sich um sog. Probeeinbohrungen oder alte Fraßstellen handelt, in denen sich keine Käfer und Larven mehr befinden. Derartige Bäume wurden bisher, da man von ihnen Frischinfektionen der umstehenden Fichten befürchten mußte, gefällt. In der Revierförsterei Süderlügum waren beim Sammelhieb nach einer Analyse 1953 17 % der gefällten Bäume mit Probeeinbohrungen und 16 % mit alten Fraßstellen geschlagen worden. Bei einer chemischen Begiftung hätten diese Fällungen weitgehend vermieden werden können.

Nur wenn wir die oben aufgezeigten Ziele erreichen, können die waldhygienischen Maßnahmen rechtzeitig eingeleitet, sinnvoll eingefügt werden und die Sitkafichte unter Beachtung verschiedener waldbaulicher Vorschriften (s. u.) und durch Kontrollen in den exponierten Lagen, wo sie sich in Küstennähe als wertvolle Holzart erwiesen hat, weiterhin angebaut werden. Ebenso wäre dann die Rotfichte außerhalb ihres Verbreitungsgebietes nicht vom *Dendroctonus micans* Kug. bedroht.

II. Die bisherigen Bekämpfungsverfahren und ihre Fehlerquellen

1. Fällen, Schälen und Verbrennen

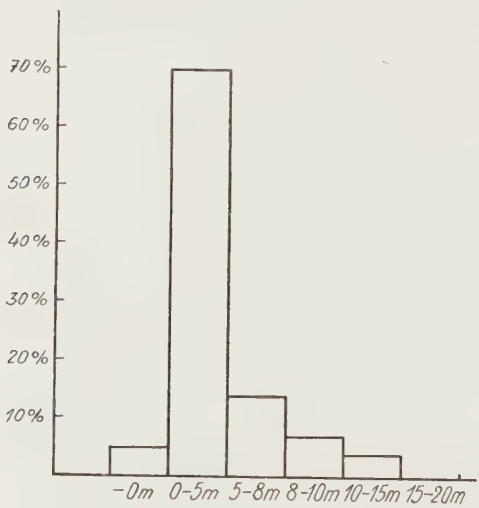
Entgegen üblicher Bekämpfungsvorschriften, die z. B. bei *Ips typographus* L. zur Anwendung gebracht wurden, waren an verschiedenen Stellen die vom *Dendroctonus micans* Kug. befallenen Fichten lediglich gefällt und dann sofort aus den Revieren abgefahren worden. Abgesehen von diesem völlig unvorschriftsmäßigen Verhalten beschränkte man sich im wesentlichen auf das Fällen der befallenen Bäume mit anschließendem Schälen und Verbrennen der Rinde. Tücher wurden nur in den wenigsten Fällen beim Schälen untergelegt. In keinem Falle wurden die Stubben bzw. Stöcke beachtet, da man über deren Befall wenig Bescheid wußte und glaubte, ihn als unwesentlich vernachlässigen zu können.

Diese Art der Bekämpfung birgt zahlreiche Fehlerquellen in sich, die eine wesentliche und längere Zeit anhaltende Verminderung der Käferpopulationen verhindern. Gerade an den späteren Schnittstellen befallener Bäume sind die Käfer und ihre Brut nicht selten massiert, so daß beim Fällen ohne vorherige Abtötung der Käfer ein Teil entkommen kann. Besonders beim Einkerben der Fichten mit dem Beil ist die Möglichkeit einer Verbreitung der Käfer besonders groß. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß in den sturmgefährdeten Lagen gelegentlich infolge Windeinwirkung ein Teil des Schaftes angerissen werden kann und dann auf diese Weise die Käfer verstreut werden. Ebenfalls können beim Entasten, das ja nahe am Stamm vorgenommen werden muß, die Käfer fortgeschleudert werden. Gelegentlich dringen – dies wird in den meisten Fällen übersehen – die Käfer sogar in die dickeren Äste der Sitkafichte ein, die sich erst in spätem Alter reinigt, und brüten dort. Auch beim Schälen läßt es sich nicht vermeiden, daß harzverkrustete Rindenteile mit den Käfern selbst über eine untergelegte Decke hinaus verstreut werden, so daß die Käfer in die Streu entkommen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Rinde der verharzten Brutstellen dem Splint fest anliegt und der Schälwiderstand relativ groß ist. Wird das Schäleisen dann kräftig vorgestoßen, so ist ein Abrutschen und damit ein Fortschleudern der Rindenstücke häufig nicht zu vermeiden. In diesem Zusammenhang wurde in einem groben Versuch ermittelt, daß die Käfer noch bei 8° Celsius sich durch Moos 5 cm tief in die Streu einbohrten. Wenn auch kein Neubefall in demselben Jahr erfolgt – der Sammelhieb findet meist in den Herbstmonaten und im Winter statt – so ist doch die Möglichkeit gegeben, daß diese Käfer in der Nähe der Stubben unter den Wurzeln etc. unbeschadet überwintern können. Dagegen bilden die Larven und Puppen des *Dendroctonus micans* Kug., die durch das Schäleisen nicht zerdrückt werden und auf den Boden gelangen, keine Gefahr. Sie entwickeln sich nicht weiter; außerdem wird der größte Teil von Ameisen und Carabiden vernichtet. Auch beim Roden der Stubben werden häufig die Käfer, da erstere zum Teil zerkeilt und die Wurzeln abgesägt werden müssen, verbreitet. Das Ankohlen und Anbrennen der Stubben ist in stärkeren Befallsgebieten wie sie in Schleswig-Holstein vorliegen, unwirtschaftlich. Auch das Anbringen von Bohrungen und das Einfüllen verschiedener Chemikalien zur Begiftung der Stubben ist unrentabel. Schließlich muß noch darauf hingewiesen werden, daß beim Verbrennen der Rinde meist nicht sorgfältig genug darauf geachtet wird, daß die Käfer sich der entstehenden Hitze schleunigst zu entziehen versuchen. Nach eigenen Beobachtungen ist dies nicht selten der Fall.

Aus den genannten Gründen ist es zu verstehen, daß gerade dort, wo keine geeigneten und durchschlagenden Bekämpfungsmaßnahmen vorgenommen wurden, der Befall im Vergleich zu den übrigen Flächen verhältnismäßig hoch ist. Es bilden sich an den Lücken Befallsherde, die sich ausweiten und zur weitgehenden Durchlichtung eines Bestandes führen (Abb. 3). Diese Art der Herdbildung ist teilweise anthropogen bedingt, während die Herdbildung z. B. auf Sanddünen (Sterbelücken!) vorwiegend auf standörtlich bedingte Faktoren zurückgeführt werden muß. Ferner werden die Käfer durch die nicht begifteten oder nicht sachgemäß begifteten Stämme beim Rücken in einem Revier weiterverbreitet; zahlreiche kleine, weit über eine Revierfläche verstreute Befallsherde deuten darauf hin. Die Ansicht, daß eine stärkere Durchlichtung infolge der Sonneneinstrahlung in den Bestand durch Veränderung des Bestandesklima die Entwicklung des wärmeliebenden *Dendroctonus micans* Kug. fördert und so zur Herdbildung beiträgt, ist richtig (vgl. Haarløv, N., Beier-Petersen 1952). Durch eine Bekämpfung des *Dendroctonus micans* Kug. am „stehenden Stamm" (s. u.) kann, sofern sie rechtzeitig vorgenommen wird, die Bildung von Bestandeslücken vermieden werden.

2. Fällen, Schälen und Bestäuben

Nahezu dieselben Fehlerquellen, wie sie oben geschildert wurden, treten auf, wenn die geschälte Rinde nur bestäubt oder zuerst bestäubt und anschließend verbrannt wird. Es ist nämlich noch zu beachten, daß die Harzkruste, die zuweilen die Käfer umgibt, sowie die verharzten Rindenteile den Käfern gegenüber Stäubemitteln bei nicht intensiver und sorgfältiger Begiftung einen Schutz gewähren können. Eine Stubbenbegiftung durch Bestäuben ist praktisch nicht durchführbar, da vorher die Befallsstellen ausgekratzt werden müßten. Dies ist bei Befall unter der Erdoberfläche (s. Diagramm Nr. 5) und an den Wurzeln auch nach Entfernen der Streu nahezu unmöglich.



Nr. 5. Verteilung der Fraßstellen am Stamm

3. Auskratzen der Befallsstellen, Teeren der Wunden und Verbrennen der Rinde

Vielfach wird in den Lehrbüchern (u. a. Escherich 1923) das Auskratzen der *Dendroctonus*-Fraßstellen und das Bestreichen der Wunden mit entsäuertem Baumteer empfohlen. Ein derartiges Verfahren mag bei vereinzeltem Befall in günstiger Lage an einem Stamm durchführbar und wirtschaftlich gesehen auch zu vertreten sein (z. B. in Parks, Arboreten). Sobald die Befallsstellen sich unter der Erdoberfläche befinden oder höher als 3 m liegen und dazu ein

Revier stärker verseucht ist, kann diese Methode nicht zu einer anhaltenden und erfolgreichen Bekämpfung des Schädlings führen.

Im Revier Wallsbüll (FA. Flensburg) wurde in Ermangelung anderer Bekämpfungsverfahren an vielen Hunderten Sitkafichten nach der erwähnten, sehr kostspieligen Methode gearbeitet. Auf diese Weise war es möglich, zunächst den Befall und seine Ausweitung zu verlangsamen, den Bestand vor stärkerem Einschlag zu bewahren und somit gerade noch zu halten. Eine wesentliche Verminderung der Käferpopulationen war jedoch nicht zu verspüren. Nicht selten wurden vom Rand der geteerten Befallsstellen neue Brutkessel vorgetrieben. Einerseits handelte es sich um frischen Befall – der Teer wirkte nicht abschreckend – andererseits waren die Fraßstellen nicht sorgfältig genug ausgekratzt worden. So entstand ein eigenartiges Befallsbild. Eine große Anzahl Sitkafichten war mit zahlreichen kleinen Fraßstellen versehen; der Befall an einem Baum wie im Bestand war außerordentlich verzettelt. Die nachfolgende gründliche chemische Bekämpfung eines verzettelten Befalls bereitet große Schwierigkeiten und gestaltet sich verhältnismäßig kostspielig.

4. Die Fangbaummethode

Gelegentlich bemühte man sich, auch den Riesenbastkäfer in Fangbäume zu locken und ihn unter Kontrolle zu bringen. Schon aus der bisherigen Literatur über den *Dendroctonus micans* Kug. geht hervor, daß diese Borkenkäferart Fangbäume nicht oder nur selten aufsucht; trotzdem wurden nochmals kleinere Versuche angestellt.

Nur wenige der gefällten, im Schatten, Halbschatten und in der Sonne liegenden Stämme wurden von diesem Schädling zur Brut aufgesucht. Er bohrte sich stets auf der dem feuchten Boden aufliegenden Unterseite in die Rinde, ein Verhalten, das an *Hylastes ater* Payk., *H. cunicularius* L., *H. opacus* Erichs., *H. attenuatus* Erichs. und *Hylurgus ligniperda* Fabr. erinnert. Völlig beschattete Fangbäume wurden in keinem Falle angenommen. In keinem der Fangbäume, die entastet oder nicht entastet worden waren, wurden mehr als 5 brütende Weibchen festgestellt. Im Höchstfalle konnten einmal in einem Brutkessel eines Fangbaumes 80 Käferlarven nachgewiesen werden.

In Fangrollen, die zu $^2/_3$ in die Erde eingegraben worden waren, und in die *Dendroctonus micans* Kug. zum Brüten gezwungen wurde, zeigte sich, daß die Eiablage stark vermindert war (20–30 Eier durchschnittlich), zum Teil gar keine Eiablage erfolgte und sich die einzelnen Larven nur langsam bzw. schlecht entwickelten. Andere Ipidenarten, die an die vorliegenden ökologischen Bedingungen angepaßt bzw. eingepaßt sind, z. B. *Hylastes ater* Payk., *H. cunicularius* L. und *Hylurgops palliatus* Gyll. machten den *Dendroctonus*-Larven den Lebensraum streitig, so daß letztere verkümmerten. Ähnliches wurde bei Anwesenheit von *Hylobius abietis*-Larven beobachtet. Da in diesen Fangrollen die Harzproduktion gering war und sich kaum Harztrichter bildeten, kamen auch die Räuber wie *Rhizophagus grandis* Gyll., *Thanasimus formicarius* L. besser zum Zuge. In aufgeschichteten 2 m langen Fangrollen konnte der Riesenbastkäfer niemals brütend beobachtet werden.

Abgesehen davon, daß der Riesenbastkäfer die Fangbäume nur sehr spärlich aufsucht und daher eine Kontrolle auf diese Weise nicht zu erreichen ist,

kann diese Methode schon deshalb nicht durchgeführt werden, weil ständig frische Fangbäume von April bis September wegen des dauernden Anfluges zur Verfügung stehen müßten. Ein stärkerer, nicht erwünschter Einschlag wäre die Folge, da ja an einem Brutbaum im Vergleich zu anderen Ipidenarten relativ wenige Mutterkäfer brüten (s. o.).

Schließlich wurden insgesamt 30 Sitkafichten in der Revierförsterei Süderlügum und 10 Sitkafichten in der Forstwartei Karlum in 2 jeweils verschiedenen, stark befallenen Jagen gekappt und 1,50 m lange Stümpfe im Boden belassen. Überraschenderweise wurden auch diese Stümpfe im Gegensatz zu den Stubben, vom Riesenbastkäfer nicht aufgesucht. Nach einigen Wochen stellte sich dann eine mehr oder minder reiche Fauna anderer sekundärer Ipiden- und Cerambycidenarten ein. Auch in der Umgebung dieser Stümpfe, im sog. „Duftfeld", wurde kein auffälliger Befall an den stehenden Fichten beobachtet, der auf eine Anlockung hätte schließen lassen.

III. Die Versuche zur mechanisch-chemischen Bekämpfung des *Dendroctonus micans* KUG.

1. Die Wahl der chemischen Präparate

Nach den bisherigen Erfahrungen mußte wegen der Biologie und Ökologie des Riesenbastkäfers (vgl. FRANCKE-GROSMANN 1948, 1952) und der besonderen Standortsverhältnisse in den meisten Schadgebieten ein Bekämpfungsverfahren ausgearbeitet werden, das völlig von der üblichen Bekämpfung schädlicher Ipidenarten abwich (vgl. RÜHM 1955). Nur ein Verfahren mit Hilfe eines tiefwirkenden Spritzmittels, das die Käfer, Puppen, Larven und Eier unter der Rinde abtötet und eine Begiftung „am stehenden Stamm" ermöglicht, versprach einen durchschlagenden und anhaltenden Erfolg. Zusätzlich mußte erreicht werden, die vom Riesenbastkäfer befallenen, aber noch lebensfähigen Bäume (s. u.) dem Bestand möglichst lange zu erhalten.

Folgende Eigenschaften müssen im Falle der *Dendroctonus*-Bekämpfung die Insektizide besitzen (vgl. FRANCKE-GROSMANN-RÜHM 1953, RÜHM 1954 und 1955):

1. Der Dampf- bzw. Gasdruck muß hoch genug sein, um unter die Borke bzw. Rinde in die Fraßgänge einzudringen und die Bruten abzutöten, d. h. in gewisser Hinsicht eine Art „innentherapeutische Wirkung" zu zeigen (vgl. HEIDENREICH 1954). Die Tiefenvergasung darf bei Temperaturen um 10° C keineswegs in der Weise abnehmen, daß der Abtötungserfolg wesentlich vermindert ist.
2. Das Insektizid muß auch von abgestorbenen Rindenteilen und von alten verharzten Mulmplatten, in denen sich noch Käfer und Larven aufhalten können, aufgenommen werden.
3. Das Harz, das die Käfer und Larven umgibt sowie mehr oder minder stark die Fraßgänge und die Bohrmehlplatten auskleidet, muß mindestens teilweise gelöst werden.
4. Die zu erhaltenden Bäume dürfen durch das Insektizid bzw. dessen Emulgator nachträglich nicht geschädigt werden.

Mehrere in Frage kommende HCH-, DDT- und kombinierte Präparate sowie Phosphorester kamen zur Anwendung. Folgende Präparate wurden

u. a. an gefällten wie stehenden, vom *Dendroctonus micans* Kug. befallenen Sitka-, Rot- und Weißfichten zu verschiedener Jahreszeit auf ihre Wirksamkeit geprüft:

Alon-Emulsion	(Fa. Weyl, Mannheim)
Forst-Viton-Spritzmittel	(Fa. Merck, Darmstadt)
Viton-Öl-Konzentrat	(Fa. Merck, Darmstadt)
Viton-Stammschutzmittel	(Fa. Merck, Darmstadt)
Mobe T	(Fa. Merck, Darmstadt)
Multanin ultra	(Fa. Schering, Berlin)
E 605 forte	(Fa. Bayer, Leverkusen)

Es wurden Befallsstellen bis zu 3 m Länge begiftet, und zwar:
a. unter dünner Rinde in den höhergelegenen Stammteilen,
b. unter dicker Rinde in den unteren Stammteilen und an der Stammbasis sowie zwischen den Wurzelanläufen und an den Wurzeln unter der Erdoberfläche. Hierbei wurden die Streu, Moos und Erde entweder belassen oder zum Teil entfernt oder die Fraßstellen soweit wie möglich freigelegt (Abb. 8).

Es wurden Befallsstellen ausgewählt, die
a. nur durch Harztrichter kenntlich waren, wobei an der Rinde keinerlei das Eindringen des Spritzmittels erleichternde Verletzungen (z. B. durch den Specht) zu erkennen waren,
b. solche, die mehr oder minder große Risse und Löcher, vorwiegend vom Riesenbastkäfer und seiner Brut sowie dem Specht verursacht, erkennen ließen oder c. Fraßstellen an Frostrissen, Rück- und Fällschäden sowie an Blitzleisten.

Die Versuche wurden vom April bis September 1953 im Freiland durchgeführt. Hierbei wurde bei Temperaturen von 0–30° C., bei trockener und feuchter Witterung, ebenso bei Dauerregen und starkem Wind begiftet. Die meisten Präparate konnten aus folgenden Gründen den Ansprüchen bei der *Dendroctonus*-Bekämpfung nicht genügen:
a. Sie wirkten nur, wenn größere Öffnungen in der Rinde das Eindringen erleichterten und sie in unmittelbare Nähe der Käfer und ihrer Brut gelangten bzw. wenn sie durch Regen in die Gänge kürzere Zeit nach der Begiftung eingeschwemmt worden waren.
b. Sie drangen nur unter die dünne Rinde ein, d. h. ihre Tiefenwirkung war sehr begrenzt.
c. Sie ließen bei Temperaturen unter 15° C in ihrer Wirksamkeit wesentlich nach, so daß um 10° C und darunter der Abtötungserfolg mit nicht einmal ganz 25 % gering war.
d. Sie waren bei stark verharzten Fraßstellen nahezu wirkungslos.
e. Bis zur Einwirkung auf die Käfer und ihre Brut verstrich soviel Zeit, daß sich ein Teil dieser der Wirkung entziehen konnte.
f. Die Eier des *Dendroctonus micans* Kug. wurden nicht oder nur zu einem geringen Teil abgetötet.

Mit Alon-Emulsion, einem technischen HCH-Präparat, das in Wasser oder in Dieselöl gelöst wurde, konnte während der Sommermonate bei Temperaturen von 15–25° C mit einer 90%igen Abtötung ein verhältnismäßig guter Erfolg erzielt werden. Lediglich Mobe T erfüllte auch bis zu 5° C im Freiland mit einem 100%igen Abtötungserfolg die Erwartungen, so daß in diesem Zusammenhang nur auf die Versuche mit dem zuletzt erwähnten Insektizid näher eingegangen wird.

2. Die Mobe-T-Versuche

Bei Mobe T handelt es sich um ein technisches HCH, das in einem Emulgator aufgelöst ist. Es wird unverdünnt zur Anwendung gebracht, so daß man auch von einer in manchen Gegenden schwierigen Wasserversorgung unabhängig ist. Da das Mittel sofort gebrauchsfähig ist, spart man sehr viel Zeit, die sonst beim Mischen von Spritzmitteln verlorengehen kann; außerdem wird von dem vielfach zur Verfügung stehenden ungelernten Arbeitspersonal diese Zubereitung nicht gern und nicht immer sorgfältig genug durchgeführt. Ferner vermeidet man auf diese Weise die Verwendung von Dieselöl zur Verdünnung, von dem einzelne Sorten auch phytotoxisch wirken können.

Mobe T tötete in den Versuchen wie bei der später in den Jahren 1953 bis 1956 nachfolgenden Bekämpfung in den staatlichen Revieren Süderlügum, Karlum, Wallsbüll, im Revier Kücknitz des Stadtforstamtes Lübeck und im Privatrevier Hartenholm in den begifteten Befallsstellen die Eier, Käferlarven und Käfer restlos ab.

Das Mittel wurde auf die Fraßstellen tropfnaß aufgespritzt. Zur Markierung wurde dem Spritzmittel ein Farbstoff, entweder Sudan-rot oder Sudan-schwarz, beigesetzt. Nur dort, wo Mobe T unmittelbar aufgespritzt worden war, wurden *Dendroctonus micans* Kug. und seine Brut abgetötet. Eine Fernwirkung konnte nicht beobachtet werden.

Die zu Versuchszwecken begifteten Bäume wurden jeweils verschiedene Zeitabschnitte nach der Begiftung gefällt, die betreffenden Fraßstellen mit einem Lohlöffel vorsichtig geöffnet und dann untersucht. Es ergab sich, daß bei einer Temperatur von 20–25° C die Käfer und ihre Brut durchschnittlich in 1–2 Tagen abgetötet wurden. Bei einer solchen von 15–20° C verstrichen etwa 4 Tage, bei 10–15° C 8–10 Tage und bei 5–10° C 10–16 Tage bis zur restlosen Abtötung (vgl. Rühm 1955). Eine kleine Verzögerung bis zur restlosen Abtötung der Käfer und ihrer Brut – etwa 1–2 Tage – konnte bei sehr dickborkiger Rinde beobachtet werden.

a. Wirkung des Spritzmittels auf die Eier des Riesenbastkäfers

Die begifteten Eier bekamen frühestens nach 1–2 Tagen ein glasiges Aussehen. Sie verfärbten sich dann braun und wurden zuletzt schwarz. Entweder verjauchten sie oder sie trockneten ein. Selten schlüpften einige L I aus, die dann, sobald sie mit der begifteten Rinde in Berührung kamen, zugrundegingen. Parallel wurden Kontrollversuche mit unbegifteten Gelegen im Labor durchgeführt. Dort schlüpften nahezu sämtliche L I und begannen sofort vom Brutkessel aus den frischen Bast zu benagen. Brachte man begiftete Eier und unbegiftete in einer Petrischale unter, so schlüpfen die L I aus den nicht begifteten Eiern ohne weiteres aus.

b. Wirkung des Spritzmittels auf die verschiedenen Larvenstadien des Riesenbastkäfers

Sämtliche Larvenstadien des *Dendroctonus micans* Kug. wurden vom Mobe T abgetötet. Es wurde in keinem Falle beobachtet, daß irgendein Stadium gegenüber Mobe T sich resistenter als die übrigen erwies. Meist waren die Larven zu Klumpen zusammengedrängt, da sie offenbar den eindringenden Gasen zu entkommen versuchten. Sie stauten sich dann auf und verklebten miteinander, da das Harz eine flüssigere Konsistenz bekam.

Schließlich verjauchten oder vertrockneten sie. In derselben Weise wurden die in ihren Wiegen liegenden Puppen abgetötet. Das Mittel drang auch in die nicht selten an der Basis von Ästen befindlichen Vertiefungen ein und tötete dort die in größerer Anzahl nicht in abgetrennten Wiegen befindlichen Puppen. Die verharzte Überdachung der Puppenwiegen konnte das Eindringen des Mittels bzw. der Gase nicht verhindern.

c. Wirkung des Spritzmittels auf die Käfer

Auch die Jung- und Altkäfer drängten sich wie die Larven in den Brutkesseln und Gängen zusammen und verklebten miteinander oder sie lagen mit mehr oder minder deutlich abgespreizten Flügeldecken lose in den Fraßgängen. Bei Temperaturen von 20–30° C gelang es den in der Nähe der Einbohrlöcher befindlichen Käfern nach außen zu kommen und sich auf die Erde fallen zu lassen. Schon 10 Minuten nach der Begiftung erschienen zuweilen die ersten Käfer. Mit Hilfe von Fangtrichtern, die unter den Befallsstellen angebracht worden waren – bei Befall an der Stammbasis oder zwischen den Wurzelanläufen wurden die Trichter in die Erde eingegraben – wurde kontrolliert, ob sich evtl. die Käfer mit Erfolg der Einwirkung des Mobe T entziehen konnten. Sie zeigten jedoch meist sehr bald – bei den zuletzt erwähnten Temperaturen nach 10–15 Minuten – äußerlich durch Spreizen ihrer Flügeldecken Vergiftungserscheinungen. Während Käfer aus unbegifteten Fraßstellen sich in eingezwingerten, in die Erde eingesenkten Stammrollen einbohrten, waren die begifteten Käfer, auch wenn keinerlei äußerliche Anzeichen einer Vergiftung zu bemerken waren, dazu nicht mehr in der Lage. Selbstverständlich wurde bei diesen Versuchen darauf geachtet, daß es sich um Käferweibchen handelte, da nur diese bei *Dendroctonus micans* Kug. sich einbohren und neue Brutkessel anlegen, während die männlichen Käfer meist am Ort ihrer Geburt zugrundegehen (vgl. Francke-Grosmann 1948).

Bei niedrigeren Temperaturen gingen die Käfer fast durchwegs unter der Rinde zugrunde. Gerade aber in den Herbstmonaten und vor der Flugzeit im Frühjahr, wo die Bekämpfung stattfinden soll, sind die wärmeliebenden Käfer doch sehr träge. Wurden nun begiftete, noch lebende Käfer mit unbegifteten in eine abgeschlossene Petrischale oder in kleine Behälter gebracht, so gingen die letzteren infolge der Gaseinwirkung ebenfalls zugrunde.

d. Wirkung des Spritzmittels auf die Einmieter und Parasiten des Riesenbastkäfers

Zu den häufigsten Einmietern, Räubern und Parasiten des Riesenbastkäfers gehören die Lonchaeen (Dipt.), *Thanasimus formicarius* L. (Coleopt.) und seine Larven, *Rhizophagus grandis* Gyll. (Coleopt.) und seine Larven sowie *Ephialtes terebrans* Rabe (Hymenopt.). Gelegentlich findet man an der Stammbasis noch Elateridenlarven sowie bei stärkerer Lockerung der Rinde ab und zu Carabiden (vgl. Francke-Grosmann 1952).

Sämtliche Einmieter wurden bei der Begiftung restlos abgetötet. Nur in einem einzigen Falle, in dem die Larven des *Dendroctonus micans* Kug. abgetötet worden waren, konnte trotz Begiftung aus 39,4 % der Hymenopterenkokons Weibchen und Männchen gezüchtet werden. Beim Öffnen der übrigen Kokons stellte sich heraus, daß in 10,6 % noch die Hymenopteren am Leben waren, während 50 % der Kokons vollentwickelte Weibchen und

Männchen enthielten, die kurz vor dem Schlüpfen abgetötet worden waren und dann vertrockneten. Zum Vergleich sei angeführt, daß aus 73,3 % unbegifteter Kokons, die einer anderen Fraßstelle zu gleicher Zeit entnommen worden waren, Weibchen und Männchen gezüchtet wurden, während der Rest verjaucht war.

Da die Feinde des *Dendroctonus micans* Kug. – die endoparasitischen Nematoden dieser Borkenkäferart eingeschlossen (vgl. Rühm 1956) – in Schleswig-Holstein besonders an *Picea sitchensis* Carr. kaum eine ins Gewicht fallende, populationsvermindernde Wirkung zeigen (vgl. Francke-Grosmann 1952) – sie sind fast durchweg nicht wirtsspezifisch – wird durch die Begiftung kein Schaden angerichtet, der den Massenwechsel des Riesenbastkäfers ungünstig beeinflußt. Im übrigen wird durch die vorgeschlagene, punktartige Begiftung (s. u.) keine Störung der Biozönose hervorgerufen. Außerdem ist der Zeitpunkt der Begiftung in eine Jahreszeit gelegt, in der ein wesentlicher Teil der Nützlinge nur noch geringe Aktivität zeigt und daher auch nicht zufällig mit dem Spritzmittel in Berührung kommt (Nachwirkung s. u.).

e. Wirkung des Spritzmittels auf andere, nicht unmittelbar zu Dendroctonus micans Kug. *in Beziehung stehende Insektenarten*

Nach der im Herbst und Winter 1953 durchgeführten Begiftung mit Mobe T wurde beobachtet, daß im Frühjahr 1954 an den begifteten Stubben und den an der Basis begifteten Bäumen *Geotrupes*-Arten in verschieden großer Anzahl getötet am Boden lagen. Es handelte sich vorwiegend um *Geotrupes silvaticus* Panz., von dem im Höchstfall 60 getötete Individuen an einem Stubben gezählt wurden. Diese wohl gegenüber Insektiziden sehr empfindlichen Coleopteren wurden offenbar von diesem Spritzmittel angelockt. An unbegifteten, in nächster Nähe befindlichen, gleichaltrigen Stubben waren sie nicht anzutreffen. Noch nach 6 Monaten wurde beobachtet, daß diese *Geotrupes*-Arten, die mit den begifteten Stellen in Berührung kamen, gelähmt wurden und dann starben. So waren an den betreffenden Stellen häufig noch zuckende Käfer, die von ihren Symphoristen, den Milben, bereits verlassen waren, zu finden, während bei anderen diese Milben sich gerade anschickten, abzuwandern.

f. Wirkung des Spritzmittels auf Vögel und Wild

Während der laufenden Versuche, während der Begiftung und auch in den nachfolgenden Monaten und Jahren seit 1953 konnte kein Fall beobachtet werden, bei dem eine Vogelart durch Mobe T geschädigt worden wäre. Da das Spritzmittel die Käfer und ihre Brut abtötet, suchen der große Buntspecht, der Schwarzspecht und der Grünspecht, die gelegentlich dem Riesenbastkäfer nachstellen, die Befallsstellen gar nicht mehr auf. Inwieweit das Wild durch den intensiven Geruch, der sehr bald nachläßt, vergrämt wird, wurde nicht ermittelt.

g. Wirkung des Spritzmittels auf Sitka-, Rot- und Weißfichte

Zu gleicher Zeit mit den oben erwähnten Mobe-T-Versuchen zur Bekämpfung des *Dendroctonus micans* Kug. wurden gesunde Sitka-, Rot- und Weißfichten auf verschiedenen Standorten mit Mobe T behandelt, um festzustellen, ob dieses Mittel phytotoxisch wirkt.

Hierzu wurden insgesamt 30 Fichten größere Wunden in verschiedener Stammhöhe beigebracht und diese anschließend bespritzt oder die Erde an der Stammbasis abgetragen und die Wurzeln mit 1–2 l Spritzmittel pro Baum getränkt. An diesen Fichten waren selbst nach 15 Monaten äußerlich keine Schäden, z. B. Nadelabfall, nachzuweisen bzw. zu beobachten. Auch an mehreren tausend Fichten, die dann zwecks Erhaltung in den Revierförstereien Süderlügum, Karlum, Wallsbüll (sämtl. FA. Flensburg) sowie im Stadtforstamt Lübeck, im Privatrevier Hartenholm sowie im Arboretum Ahrensburg der Bundesforschungsanstalt seit 1953 begiftet worden waren, konnten bisher keine Schäden beobachtet werden, die auf die Wirkung des Mobe T bzw. seines Emulgators zurückzuführen waren. An den Stellen, wo begiftet worden war, starb nur der Algenbelag ab, so daß sich dort die Borke deutlich von den unbegifteten Stellen abhob. Die begiftete Rinde setzte dem Schäleisen einen größeren Widerstand als die unbegiftete entgegen. Irgendwelche Schädigungen oder sonstige unerwünschte Veränderungen traten in keinem Falle am Holz auf. Allerdings ist kurze Zeit nach der Begiftung der Hölzer deren Entflammbarkeit erhöht.

Mobe T tötet jedoch die Nadeln der Fichten ab, sofern sie einmal aus Versehen in stärkerem Maße besprüht werden. Spätere Untersuchungen sollen noch zeigen, inwieweit der Zuwachs begifteter Bäume und die Überwallung an den begifteten Fraßstellen beeinflußt werden.

b. Wirkung des Spritzmittels auf den Menschen

Mobe T ist kein Gift. Eine gewisse Arbeitserschwernis ist dadurch gegeben, daß es etwas ätzend wirkt. Es ist deshalb darauf zu achten, daß die Schleimhäute nicht unmittelbar mit der Flüssigkeit in Berührung kommen. Größere Flüssigkeitsmengen verursachen auch auf der übrigen Haut ein leichtes Brennen. So ist es wichtig, die Augen vor herabsprühenden Tropfen durch eine Schutzbrille zu schützen und durch lange Handschuhe die Hände vor einer stärkeren Benetzung durch Tropfen, die an den Verlängerungsrohren herablaufen, zu bewahren. Ferner darf die Arbeitskleidung nicht in einem warmen Raum abgelegt werden, da infolge des relativ hohen Dampfdruckes des Spritzmittels ein starker Geruch die Räume erfüllen würde. So ist es zweckmäßig, die Geräte im Freien zu füllen. Während der Arbeit mit diesem Mittel darf nicht geraucht, getrunken und gegessen werden, eine Bestimmung, die keinesfalls außergewöhnlich ist, da sie bei der Verwendung sämtlicher Pflanzenschutzmittel, auch bei noch so „harmlosen" Mitteln, beachtet werden sollte. Schließlich ist es zweckmäßig, die Behälter mit dem Spritzmittel im Halbschatten bzw. im Schatten abzustellen und sie nicht der direkten Sonneneinstrahlung – falls im Sommer begiftet wird – auszusetzen. In der Revierförsterei Süderlügum wurden die Behälter mit Mobe T in einem kleinen Erdbunker untergebracht. Bei den bisherigen Begiftungsaktionen in Schleswig-Holstein wurde kein Fall bekannt, bei dem irgendeine Person bei sachgemäßer Anwendung des Mobe T irgendwelche Verletzungen, Schädigungen usw. erlitten hat.

3. Die Wahl der Spritzgeräte und Zubehörteile

Bei Verwendung des Mobe T, das sich auf Grund der Versuche für die Bekämpfung des *Dendroctonus micans* Kug. als besonders geeignet heraus-

stellte (s. o.), mußten noch einige technische Schwierigkeiten überwunden werden.

a. Spritzentyp

Je nach den Temperaturbedingungen wiesen die Gummiventile und -dichtungen der verwendeten Spritzgeräte mehr oder minder rasch Korrosionserscheinungen auf. Der Druck ließ dann in den betreffenden Geräten merklich nach; es mußte mehrfach nachgepumpt werden, und schließlich tropfte aus den Dichtungen die Spritzflüssigkeit heraus. Das Auswechseln der Ventile nahm viel Zeit in Anspruch. Wegen des zu großen Zeitverlustes und auch Wassermangels war es nicht möglich, die Geräte untertags zu reinigen. Auch mußte von einer Reinigung mit warmem Sodawasser, wodurch der Zersetzungsprozeß hätte verlangsamt werden können, wegen des zu kostspieligen Arbeitsaufwandes abgesehen werden.

Abb. 4. Begiftung höhergelegener Befallsstellen an einer Sitkafichte mit Hilfe von Verlängerungsrohren

Da widerstandsfähigeres Dichtungsmaterial zunächst nicht zur Verfügung gestellt werden konnte, wurden nur Geräte mit wenig Dichtungen, die rasch und leicht auswechselbar sind, verwendet. Die selbsttätigen, tragbaren Rückenspritzen Calimax (Fa. Platz) und California (Fa. Holder) entsprachen diesem Wunsch (Abb. 4, 5). Diese Geräte besitzen lediglich 3 Dichtungen, eine solche an der Einfüllöffnung sowie 2 Dichtungen am Verschluß, die nach etwa 1–2 Wochen, zumal sie mit der Flüssigkeit und den Gasen nicht unmittelbar in Berührung kommen, ausgewechselt werden. Die Materialunkosten, die durch das Auswechseln der Dichtungen entstanden, betrugen pro Gerät 0,45 DM. Schließlich läßt sich mit Chromlederdichtungen, die ebenfalls verwendet werden können, ein Ausfall der Dichtungen wegen ihrer größeren Widerstandsfähigkeit noch stärker vermindern. Spätere Versuche mit Dichtungen aus Dioplastmaterial (Fa. Platz) waren sehr vielversprechend. Erst nach etwa 4 Wochen zeigten letztere Verhärtungserscheinungen und wurden bei Zimmertemperatur spröde. Bei einer größeren Bekämpfungsaktion wurde das Dioplastmaterial noch nicht verwendet. Sollte es sich bewähren, dann wäre es

möglich, die Zahl der zu verwendenden Geräte zu erweitern, zumal ja nicht sämtliche Forstämter gerade die selbsttätigen, tragbaren Spritzgeräte zur Verfügung haben. Kostspielige Anschaffungen würden dadurch vermieden. Ein Vorzug der oben erwähnten Spritzgeräte ist, daß vor der Bekämpfung der nötige Druck (5–6 atü) hineingepumpt wird, so daß beim Spritzen nicht durch ständiges Pumpen für letzteren gesorgt werden muß. Dies ist vor allem bei der *Dendroctonus*-Bekämpfung sehr wichtig, weil teilweise mit Verlängerungsrohren (Abb. 4) gearbeitet werden muß und es in diesem Falle

Abb. 5. Begiftung der Befallsstellen in der Nähe der Stammbasis (Sitkafichte)

gar nicht möglich wäre, beim Pumpen auch diese Rohre in der Hand zu halten und auf die höher am Stamm befindlichen Fraßstellen zu „zielen".

Der mit Asbest ausgekleidete und durchwirkte Spritzschlauch zeigte bei mehrmonatigem Gebrauch keinerlei sichtbare Korrosionsschäden. Besonders darauf zu achten ist, daß nicht Hahn-Absperrventile (Abb. 5), sondern Moment-Abstellventile zur Anwendung kommen. Einerseits wird mit letzteren Spritzflüssigkeit gespart, andererseits kann man mit den Moment-Abstellventilen den Austritt der Spritzflüssigkeit etwas regulieren.

An Düsen können die einfache Düse, bei größeren Flächen auch die Zwillings- oder Gabeldüsen verwendet werden. Andere Düsenformen kommen für die Bekämpfung des *Dendroctonus micans* Kug. nicht in Frage. Hinsichtlich des Düsenmechanismus hat sich die Eicheldüse bewährt. Eine Verstopfung der Düsen durch Mobe T tritt nicht ein.

b. Die Verwendung von Verlängerungsrohren

Eine besondere Schwierigkeit in der Bekämpfung ist dadurch gegeben, daß die Befalls- bzw. Fraßstellen an den einzelnen Fichten unterschiedlich verteilt sind (Diagramm Nr. 5). Um nun auch die Befallsstellen, die höher am Stamm als 4 m gelegen sind, zu erreichen, wurden Verlängerungsrohre

verwendet. Es handelte sich hierbei um Bambus- oder Leichtmetallrohre, die an das Verschlußventil angeschlossen werden (Abb. 4). Mit Hilfe dieser Rohre, die verhältnismäßig leicht in der Hand zu halten sind, konnten die Fraßstellen in 8–10 m Höhe noch erreicht werden. Durch Farbmarkierung – das Spritzmittel war im Versuch mit einer Farblösung versetzt worden – konnte nachgewiesen werden, daß auf die Befallsstellen genau „gezielt" werden konnte. Liegen aber die Fraßstellen höher als 10 m, so müssen die betreffenden Fichten, um eine Verseuchung der umstehenden zu vermeiden, gefällt werden. Gewisse Schwierigkeiten in der Bekämpfung höhergelegener Befallsstellen ergeben sich auch bei starker, weit herabreichender Beastung der Sitkafichte (Abb. 6). Der Verbrauch an Spritzmittel ist in einem solchen Falle selbstverständlich erhöht. Die nicht erreichbaren Stellen werden nach dem Fällen – es handelt sich meist um kleinere Flächen – z. B. mit einer Chironhandspritze (1 l Inhalt) begiftet. Diese Handspritze kann von den Holzfällern ohne großen Zeitverlust bedient werden, so daß hierfür keine besondere Arbeitskraft bzw. Arbeitskolonne abgestellt werden muß. Für die übliche Bekämpfung sind sie ungeeignet, da sie ständig nachgefüllt werden müßten und so die Arbeitsunkosten sich unnötig erhöhen würden.

Abb. 6. Sitkafichte am Bestandesrand mit tief herabreichender Beastung

4. Ist in Zukunft eine stärkere Mechanisierung des Bekämpfungsverfahrens möglich?

Eine stärkere Mechanisierung des obigen Bekämpfungsverfahrens, z. B. durch Verwendung von Motorspritzen – daran wurde von verschiedener Seite zunächst gedacht – ist vor allem in Schleswig-Holstein aus folgenden Gründen unrentabel:

1. Die vielfach vorhandenen Rabatten und Gräben sowie die oftmals dichten, stark beasteten, jüngeren Bestände würden größeren Geräten sehr

hinderlich sein. In einigen Fällen bereitet sogar die Verwendung von Verlängerungsrohren gewisse Schwierigkeiten.

2. Es ist nicht möglich, mit Motorspritzen auf die Befallsstellen zu „zielen" und diese einwandfrei zu treffen. Einerseits würde zuviel Spritzflüssigkeit verlorengehen, andererseits würden auch die Nadeln der Fichten beschädigt werden. Eine großflächige Begiftung bzw. Vernebelung soll aber wegen der in einem solchen Falle nicht zu vermeidenden Störung der Biozönose unterlassen werden.

3. Die Befallsstellen über 10 m sind doch relativ selten und meist sehr weit über ein Revier verstreut. Ihre Bekämpfung mit Motorspritzen wäre allein wegen des zurückzulegenden Weges zu teuer. Ferner sind die über 10 m befindlichen Befallsstellen wegen der Beastung der *Picea sitchensis* Carr. kaum zu treffen.

IV. Die Vorschriften zu einer mechanisch-chemischen Bekämpfung des *Dendroctonus micans* KUG.

Die Vorschriften zur Bekämpfung des *Dendroctonus micans* Kug. wurden bereits an verschiedenen Stellen kurzgefaßt für die Praxis publiziert (Francke-Grosmann-Rühm 1954, Rühm 1954, Rühm 1955). Da einige neue Gesichtspunkte in der Zwischenzeit hinzugekommen sind, erscheint es notwendig, nochmals auf die Bekämpfungsvorschriften in diesem Zusammenhang ausführlicher einzugehen.

Vor der chemischen Bekämpfung müssen möglichst sämtliche befallenen Bäume in einem Revier erfaßt werden. Von der sorgfältigen Kontrolle hängt der Erfolg in der Bekämpfung des Riesenbastkäfers wesentlich ab. Eine Analyse befallener Sitka-, Rot- und Weißfichten im Revier Süderlügum vor der Bekämpfungsaktion ergab 1953, daß bei 76 % der Bäume alte Fraßstellen mit einem Alter von 1–2 Jahren (und darüber) vorhanden waren. In einem Jagen derselben Revierförsterei waren im Vorjahr 1952 etwa 2–3 befallene Sitkafichtenzwiesel übersehen worden. Im nachfolgenden Jahr zeigten dann im Sommer weitere 22 Fichten in unmittelbarer Nähe Frischbefall. Selbstverständlich ist die Ausbreitung und Vermehrung des Schädlings nicht an sämtlichen Stellen so stark wie in dem oben erwähnten Fall, bei dem es sich um einen besonders ungünstigen Standort handelte. Trotzdem muß mit derartigen Schäden bei schlechter Kontrolle trotz Begiftung gerechnet werden.

1. Die Kontrolle

Die Kontrolle der Fichtenbestände muß aus wirtschaftlichen Gründen in der Zeit nach dem 15. September bis zum 1. April, also während der Winterruhe der Käfer, durchgeführt werden. Bei länger anhaltendem Frost und Schnee im März kann die Bekämpfung (vgl. 1955/56) bis zum 15. April bzw. 1. Mai ausgedehnt werden. Es sei hierbei darauf hingewiesen, daß *Dendroctonus micans* Kug. 1953 nach vorausgehenden warmen Tagen noch bis zum 10. 9. beim Anlegen frischer, wenn auch kleiner Bruten bei Temperaturen von 10–15° C am Tage aufgefunden werden konnte. Bei einer Sommerbekämpfung wäre eine mehrmalige Aktion nicht zu umgehen, so daß die Unkosten sich wesentlich erhöhen würden. In den vorausgehenden Monaten

sind für die Kontrolle natürlich Tage mit günstigen Lichtverhältnissen auszuwählen. Hierauf ist besonders zu achten, da bei einem unter ungünstigen Lichtverhältnissen vorgenommenen Kontrollversuch (sehr neblig-trübes Wetter) einmal 30 % der in einem Jagen befallenen Fichten – diese hatten vorwiegend höhergelegene Befallsstellen aufzuweisen – nicht erfaßt worden waren. Stichproben in den Sommermonaten sind in Revierteilen mit stärkerem Befall anzustreben. Auf diese Weise ist es möglich, die notwendigen Mengen an Spritzmittel für die Winterbekämpfung im voraus grob zu bestimmen, und man bekommt einen Anhaltspunkt für die Verteilung des Befalles in den einzelnen Jagen.

Abb. 7. Markierte Sitkafichten, die durch die Mobe T-Begiftung vor dem Einschlag bewahrt werden konnten

Die vorsorgliche Kontrolle ist auch auf die noch befallsfreien Randgebiete eines Schadgebietes auszudehnen.

Die Bestände sind am günstigsten jagenweise zu erfassen. Durch den plantagenartigen Charakter zahlreicher Reviere auf den Aufforstungsflächen in Schleswig-Holstein wird die Kontrolle erleichtert. Einzelne Parzellen können kaum übersehen werden. Meist ist die Kontrollrichtung durch den Verlauf der Gräben und Rabatten vorgezeichnet. Andernfalls ist es zweckmäßig, die einzelnen Jagen von der „Breitseite" aus zu begehen.

Zur Kontrolle werden mindestens 2 Männer benötigt, von denen der eine die oberen, der andere die unteren Stammteile abzusehen hat. In dichten Beständen sind 3 Männer heranzuziehen. Der Abstand der Kontrollierenden soll keinesfalls mehr als 2 m betragen. Von Zeit zu Zeit sollte mit der Beobachtung, sei es der unteren Stammteile, sei es des Kronenraumes, gewechselt werden, um Ermüdungserscheinungen zu vermeiden.

Die befallenen Bäume müssen sichtbar gekennzeichnet werden (Abb. 7). Aus der Bezeichnung muß hervorgehen, ob der Befall oberhalb oder unterhalb der Markierungsstelle liegt. Auch befallene Stubben müssen gekennzeichnet werden. Bei der Bekämpfung im FA. Flensburg und FA. Schleswig wurden weiße Ölfarbenpunkte von einem Durchmesser von ca. 5 cm mit dem entsprechenden Pfeil an 2 Seiten eines befallenen Baumes angebracht. Entweder kann man zur Markierung einen Pinsel mit dem entsprechenden Farbtopf verwenden oder den Südforst-Farbtupfer (Südd. Ges. f. Forstbedarf m. b. H., München), der leichter zu handhaben ist und eine Verschmutzung der Kleider weitgehend ausschließt. Dieser Farbtupfer hat sich bereits im Einsatz bewährt. Die Revierbeamten müssen nachfolgend entscheiden (durch Anreißen), welche der befallenen Bäume gefällt werden und

welche evtl. gerettet werden können. Nicht selten konnte festgestellt werden, daß von den Revierbeamten Reißhaken mit viel zu schmaler „Schneide" verwendet werden. Die Rißwunden verharzen sehr rasch und dunkeln nach, so daß diese Bäume von den Waldarbeitern übersehen werden und gefährliche Infektionsquellen bilden. Entweder müssen Reißhaken mit breiter Schneide verwendet werden oder die Bäume durch Farbmarkierung besonders gekennzeichnet werden (z. B. mit dem Farbtupfer). Hierbei wird bei dem häufig verstreut liegenden Befall ein unnötiges, zeitraubendes Umherlaufen vermieden. Von den Schneisen, Rabatten usw. aus kann man dann bereits in größerer Entfernung die markierten Bäume erkennen (Abb. 7). Bei mehrjähriger Bekämpfung müssen jeweils verschiedene Farben zur Markierung oder verschiedene Zeichen verwendet werden. Selbstverständlich müssen leuchtende Farben zur Anwendung kommen. Es ist zweckmäßig, den in den einzelnen Jagen festgestellten Befall nach der Stückzahl befallener Fichten genau zu erfassen (z. B. getrennt nach Holzarten, Anzahl der zu rettenden, der zu fällenden Bäume). Bei der nächstfolgenden Bekämpfung ist darauf zu achten, wieviele der begifteten Bäume einen Frischbefall aufweisen. Mit der Befallsabnahme durch die Bekämpfung ist die Kontrolle erschwert. Letztere darf auch dann, wenn in einem gefährdeten Gebiet nur noch wenige Befallsstellen gefunden werden, nicht erlahmen.

2. *Die Erkennung des Dendroctonus-Befalles*

Der Befall durch *Dendroctonus micans* Kug. ist durch mehr oder minder große, rötlich-braun gefärbte Harztrichter kenntlich. Diese Gebilde, in deren Mitte sich ein kurzer, vom Mutterkäfer geformter Gang befindet, bestehen aus einem Gemisch von Harz und Bohrmehl. Bei älterem Befall bleichen diese Harztrichter aus und besitzen ein mehr opakes, graubraunes Aussehen. Flache, einzeln an einem Baum auftretende, in die Länge gezogene Trichter, deren Mittelgang zusammengeflossen ist, weisen auf sog. Probeeinbohrungen hin. Die Tätigkeit der zur Verpuppung schreitenden Larven und die der Jungkäfer ist durch dunkelbraunes, harziges Bohrmehl, das wie Schnupftabak aussieht, kenntlich. Gerade im Herbst und im Frühjahr treten diese Bohrmehlansammlungen an der Stammbasis der befallenen Fichten gehäuft auf. Es ist durchaus möglich, an Hand der Ausbildung der Harztrichter, des Bohrmehlauswurfes (s. o.) etc. auf das Vorhandensein von Jungkäfern, Larven usw. zu schließen. Nicht selten – besonders bei Wind – fallen die Harztrichter ab und liegen dann auf der Waldstreu. Derartige Harztrichter zeigen am ehesten einen Befall in der Kronenregion an. Je weiter letztere von der Stammbasis entfernt liegen, desto höher befindet sich am allgemeinen die Befallsstelle, von der sie stammen. Eine eindeutige Regel läßt sich jedoch nicht aufstellen, da doch einige Faktoren diese Relation stark verwischen können. Bei der Kontrolle ist unbedingt auf diese am Boden liegenden Harztrichter zu achten. Letztere werden bei Anwesenheit von Käferweibchen in der Fraßstelle wieder nachgebildet. Oft wird durch die Tätigkeit des Spechtes (Großer Buntspecht) im Kronenraum die Anwesenheit des Riesenbastkäfers und seiner Brut verraten. Im letztgenannten Falle werden meist keine Harztrichter mehr nachgebildet, da das Fraßbild doch stellenweise stark zerstört wird und die Mutterkäfer vertrieben oder vernichtet werden. Da nicht sämtliche Käferlarven – auf diese konzentriert sich die Jagd – vom Specht erfaßt werden und sich dann weiterentwickeln kön-

nen, besteht die Gefahr, daß von diesen, die nunmehr schwer zu erfassen sind, eine Neu- bzw. Frischinfektion ausgeht. Der freigelegte Splint dunkelt nämlich bald nach, so daß die Befallsstellen von der Borke bzw. Rinde sich kaum abheben.

Die oben geschilderte Form der Harztrichter an den Fichten – sie ist an Rot- und Sitkafichte annähernd gleich, jedoch ist der Harzausfluß bei der letztgenannten Holzart meist stärker – konnte auch im FA. Neumünster an den Kiefern nordischer Provenienz beobachtet werden (die übrigen Provenienzen erwiesen sich als befallsfrei). Im allgemeinen sind die Trichter an der Kiefer etwas kleiner, gedrungener und heller gefärbt als an der Rot- und Sitkafichte. Sie bleichen auch rascher aus und sind verhältnismäßig spröde.

Schwierigkeiten in der Erkennung des Befalls treten nicht nur bei Befall im Kronenraum, sondern auch bei einem solchen zwischen Mehrlingsbildungen (z. B. Zwiesel) eines Baumes auf. Durch die Zwiesel werden häufig die Befallsstellen verdeckt oder die Harztrichter am Herabfallen gehindert. Ähnliches gilt für die Wasserreiserbildung bei plötzlich freigestellten *Picea sitchensis* Carr. oder solchen, die am Bestandesrand ständig dem Wind ausgesetzt sind. Zwiesel – häufig bei der Sitkafichte ausgebildet – und Fichten mit Wasserreisern sind besonders genau zu kontrollieren, da sie stets im Verdacht stehen, *Dendroctonus*-Befall zu besitzen. Schwer zu erkennen sind auch kleinere Befallsstellen knapp über der Erdoberfläche oder etwas darunter. Erst durch die von den Jungkäfern verursachten Bohrmehlansammlungen wird man auf diese Stellen aufmerksam. Das Bohrmehl quillt dann gleichsam aus dem Boden an der Stammbasis hervor. In einem solchen Fall braucht die betreffende Befallsstelle keineswegs groß zu sein. Ein geschultes Auge vermag diese Stellen zu erkennen. Das vorwiegend durch den Rotfäulepilz verursachte Harzstikken (vgl. Francke-Grosmann 1948), d. h. das Auftreten von Harztröpfchen auf der Rinde, am Stamm wie an der Stammbasis – dies tritt auch bei Befall durch den Hallimasch auf –, weist vielfach auf den schwer sichtbaren Befall durch *Dendroctonus micans* Kug. kurz ober- und unterhalb der Erdoberfläche hin. Meist legt der Käfer oberhalb des Pilzbefalles und der dadurch entstehenden Harzgallen seine Brutstellen an. Sind die Revierflächen vergrast, so ist der Befall an der Stammbasis der Bäume sehr schwer zu erkennen.

Im allgemeinen kann der *Dendroctonus*-Befall schon wegen der charakteristischen Harztrichter mit keinem anderen tierischen Schädling verwechselt werden; trotzdem wird immer wieder „Fehlalarm" gegeben. *Myelophilus piniperda* L., der große Waldgärtner, macht wesentlich kleinere Trichter; außerdem greift er stehende Fichten im allgemeinen nicht an. Auch mit *Ips sexdentatus* Boern. dürfte eine Verwechslung ausgeschlossen sein. Gelegentlich kommen, wenn man die Harztrichter, die bekanntlich abfallen können, nicht beachtet, Verwechslungen mit *Laspeyresia duplicana* Zett. und *L. coniferana* Ratz., die gern in harzreichen Bildungen des Nadelholzes leben, vor. Beide Tortriciden suchen Wundstellen u. a. Schälwunden auf, die ebenso eine Disposition für den Riesenbastkäfer schaffen. Die braunen, zuweilen weißlichen Kotkrümel, in der Gestalt an Korallen erinnernde Harzkrusten (vgl. Escherich 1942), können einen Jungkäferfraß vortäuschen. Gelegentlich wurde auch der durch Wurzelpilze, insbesondere *Fomes annosus* verursachte Harzausfluß (s. o.) mit *Dendroctonus*-Befall verwechselt. Bei ersterem treten keine Harztrichter auf. Der Harzausfluß ist weiß bis gelblich und bedeckt in Form kleiner Tropfen, Flecken oder Fäden die Rinde bzw. Borke.

Harzstreifen gehen dann auch von verschiedenen größeren Ästen aus. Eine Verwechslung mit *Pissodes hercyniae* L. dürfte ebenfalls ausgeschlossen sein.

3. Die mechanisch-chemische Bekämpfung

Die chemische Bekämpfung des Riesenbastkäfers kann auf 2 verschiedenen Wegen durchgeführt werden, von denen nur die unten geschilderte Begiftung „am stehenden Stamm", einschließlich der Stubbenbegiftung, in Schadgebieten empfohlen werden kann.

Wegen der ausgedehnten „Flugzeit" des *Dendroctonus micans* Kug. (vgl. Francke-Grosmann-Rühm 1954) muß die chemische Bekämpfung nach dem 15. September vorgenommen werden (s. o.). Lediglich bei katastrophalem Befall ist eine Bekämpfung auch im Sommer gerechtfertigt, zumal Mobe T bei höheren Temperaturen rascher als im Herbst und Winter auf den Riesenbastkäfer und seine Brut einwirkt. Auf die erhöhte Entflammbarkeit des Holzes ist hierbei dann besonders zu achten.

Es darf weder bei Frost, Schnee und Eis, noch unter 5° C begiftet werden. Die Einhaltung dieser Vorschrift ist unbedingt notwendig, wenn möglichst viel an Spritzmittel eingespart werden soll (vgl. Francke-Grosmann-Rühm 1954).

Sofern der Wunsch besteht, in Küstennähe in exponierten Lagen die befallenen, noch lebensfähigen Bäume, deren Rindenmantel noch nicht weitgehend zerstört ist, zu erhalten, ist es zweckmäßig, die nicht mehr zu rettenden Fichten zu gleicher Zeit in einem Arbeitsgang stehend zu begiften.

a. Die Begiftung „am stehenden Stamm"

Zum Spritzen der Bäume werden ebenfalls 2 Männer benötigt (vgl. Kontrolle), von denen der eine mit einem Verlängerungsrohr die über 3 m befindlichen Stellen begiftet, während der andere mit dem gewöhnlichen Spritzrohr die darunter liegenden Befallsstellen begiftet. Hat ein Baum an der Basis und gegen den Kronenraum zu Befallsstellen, so muß alternierend gearbeitet werden, d. h. die betreffenden Stellen werden nacheinander, nicht zu gleicher Zeit begiftet.

Bei Befall unter der Erdoberfläche müssen aus Sparsamkeitsgründen die zum Teil verharzte Streu und Erde an der Befallsstelle vorher mit einer Harke entfernt werden. Es ist hierbei zu beachten, daß beim Wegräumen der Streu die Bäume nicht verletzt werden, da sonst die Fruktifikation des Fomes annosus durch Wundstellen begünstigt wird (Abb. 8).

Es werden nur die Befallsstellen und ein Teil der sie umgebenden, gesunden Rinde triefnaß gespritzt. Die Borke bzw. Rinde muß keinesfalls vorher irgendwie präpariert werden (z. B. durch Entfernen der Harztrichter usw.). Der Strahl ist zuerst auf die Harztrichter, dann etwa 10 cm über die Befallsstellen zu halten, da ja das Mittel herunterfließt und die übrigen Stellen sowieso durchtränkt. Bei einem Befall unter 3 m Höhe darf man mit der Düse des Spritzrohres nicht zu nahe an den Stamm herangehen und dann einen „scharfen" Strahl auf die Fraßstellen richten. In einem solchen Fall würde zuviel Spritzflüssigkeit verlorengehen. Ein Stück oberhalb der äußerlich kenntlichen Fraßstellen muß stets begiftet werden, da sonst Larven und Käfer der Begiftung entgehen können. Gelegentlich treiben nämlich der Riesenbastkäfer und seine Brut schmale, stammaufwärts gerichtete „Schläuche" vor, die durch keinen Harzausfluß sichtbar werden. Meist wird der Splint etwas

Abb. 8. Begiftung einer Rotfichte an der Stammbasis und an den Wurzelanläufen nach Entfernung der Nadelstreu

tiefer als sonst benagt. Beim Spritzen an der Stammbasis und zwischen den Wurzelanläufen – dies gilt ebenso für befallene Stubben – muß die Spritzflüssigkeit anstehen, die dann vom Boden ausgesaugt wird.

Die Bäume, die zur Fällung vorgesehen sind, werden dann nach 10–14 Tagen geschlagen und die über 10 m befindlichen Befallsstellen mit der bereits erwähnten Handspritze (s. o.) nachbegiftet. Die Aufarbeitung kann sich dann sofort anschließen. Schälen der Stämme ist, sofern das Holz rechtzeitig abgefahren wird und ein Befall im Frühjahr durch andere Ipidenarten nicht befürchtet werden muß, wegen *Dendroctonus*-Befalles keinesfalls mehr erforderlich. Eine Definition, welche Bäume geschlagen werden müssen und nicht mehr gerettet werden können, kann natürlich nicht gegeben werden. Einige der unten erwähnten Kriterien sprechen jedoch in den meisten Fällen eindeutig für eine Fällung, da diese Fichten doch in kurzer Zeit absterben würden:

1. Fichten mit *Dendroctonus*-Befall und starkem Harzstikken.
2. Fichten mit *Dendroctonus*-Befall und Fruchtkörpern des *Fomes annosus*.
3. Fichten mit schütterer Benadelung, auffälligem Nadelabfall und *Dendroctonus*-Fraß.
4. Fichten mit braunen Bohrmehlhäufchen und Harztrichtern an mehreren Seiten der Stammbasis zwischen den Wurzelanläufen, so daß eine partielle oder totale Ringelung durch den Riesenbastkäfer vermutet werden muß.
5. Fichten mit großen, oft mehrere Meter langen Fraßstellen, die eine weitgehende Schwächung und Ringelung befürchten lassen.

b. Die Stubbenbegiftung

Bei den 1953 durchgeführten Untersuchungen stellte sich heraus (vgl. Rühm 1954, 1955), daß in den stark vom *Dendroctonus micans* Kug. ver-

seuchten Revieren auch die Stubben nach dem Schnitt, sofern sie noch einen lebenden Rindenmantel und Wurzeln besitzen, zur Brut aufgesucht werden. So konnten in einem 5 Jahre alten Stubben, der an den Rändern überwallt und von Moos und Algen überzogen war, *Dendroctonus*-Bruten bzw. Alt- und Jungkäfer nachgewiesen werden. Auf einem Hektar waren es im Höchstfall bis zu 5 Stubben, die nachträglich vom Riesenbastkäfer befallen worden waren. Erscheint auch diese Anzahl gering, so kann von diesen Befallsstellen doch eine beachtliche Frischinfektion der umstehenden Fichten erfolgen. Maximal wurden in solchen Stubben bis zu 200 Larven gezählt. Eine Bekämpfung des Riesenbastkäfers in den Stubben ist daher nicht zu umgehen.

Die Begiftung bereits befallener Stubben wird hierbei in derselben Weise wie die „am stehenden Stamm" bei Befall an der Stammbasis durchgeführt. Eine Rodung der Stubben ist aus waldbaulichen Gründen nicht zu empfehlen. Wird sie in stark verseuchten Revieren von Selbstwerbern dennoch vorgenommen, so kann damit zwar eine größere Menge an Spritzmittel gespart werden; die Gefahr, daß unsachgemäß gearbeitet wird, ist aber hierbei sehr groß.

An frischen Stubben muß der Befall durch *Dendroctonus micans* Kug. von vornherein verhindert werden. Dies kann mit einem lange wirksamen Kontaktinsektizid, das kurz vor der Vegetationsperiode auf die Stubben und ihre unmittelbare Umgebung gespritzt wird, bewerkstelligt werden. Hierfür sind geeignet:

1. Multanin ultra in 1 %iger Lösung (Fa. Schering);
2. Viton Stammschutzmittel (Fa. Merck);
3. Mobe T (Fa. Merck). Es sei noch darauf hingewiesen, daß die Stubbenbegiftung bei Windbruch sehr wichtig ist. Gerade die Massierung frischer Stubben und zahlreicher Verletzungen an den Fichten innerhalb eines Bestandes kann den Riesenbastkäfer in seiner Entwicklung beträchtlich fördern.

c. Die Begiftung „am liegenden Stamm"

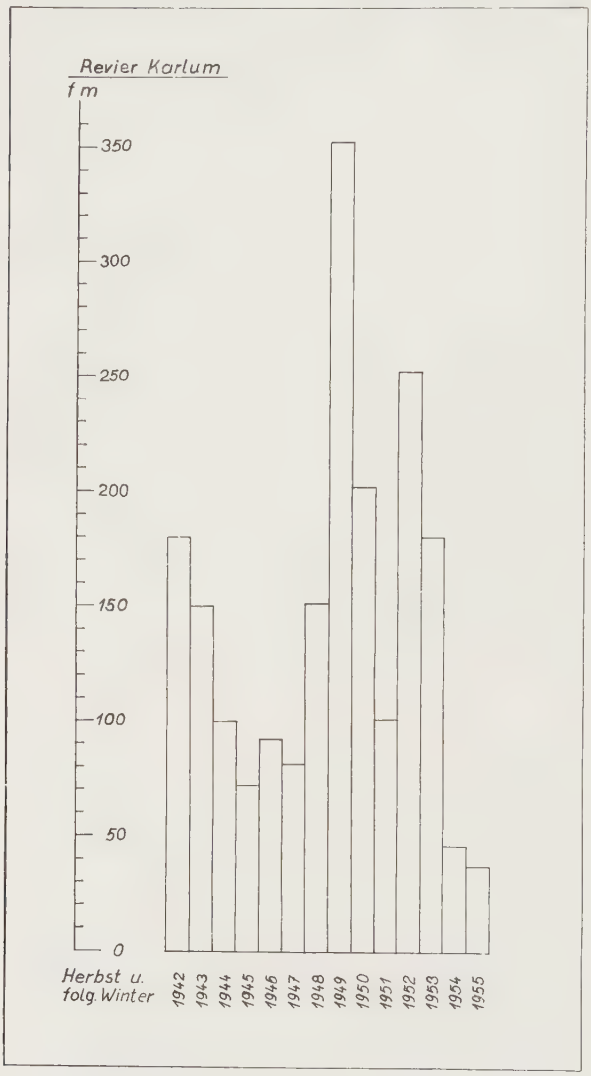
Eine Bekämpfung des *Dendroctonus micans* Kug. „am liegenden Stamm" durch Schälen und Bestäuben ist, wie schon ausgeführt, nur bei vereinzeltem Befall zu empfehlen. Schwierig bleibt auf jeden Fall dann die Stubbenbegiftung, die ohne ein tiefwirkendes Spritzmittel nicht erfolgreich sein kann.

Die Bekämpfung „am liegenden Stamm" kann durch Begiften der Befallsstellen mit Mobe T ohne vorherige Schälung durchgeführt werden. Der Verbrauch an Spritzmittel ist hierbei weitaus geringer als „am stehenden Stamm". Allerdings ist es zweckmäßig, 14 Tage vor der Fällung die Bäume an der Schnittstelle vorsorglich mit Mobe T zu begiften. In diesem Fall kann erst 10–14 Tage nach der Begiftung aufgearbeitet werden, d. h. ein gefällter Baum muß von den Waldarbeitern nochmals aufgesucht und dann entastet usw. werden. Zweifellos ist dieses Verfahren bei starkem Befall unwirtschaftlich. An Stäubemitteln sind für die Begiftung bei Einzelbefall nach vorherigem Schälen u. a. Gesarol 50 und Viton-Stäubemittel zu empfehlen.

Abschließend sei nochmals betont, daß die Begiftung durch Mobe T „am stehenden Stamm" nach unseren Erfahrungen jeder anderen Art der Bekämpfung bei *Dendroctonus micans* Kug. vorzuziehen ist. Sie gewährt eine größere Sicherheit im Bekämpfungserfolg und kann auch wirtschaftlich vertreten werden.

V. Die bisherigen Auswirkungen der mechanisch-chemischen Bekämpfung in verschiedenen Revieren Schleswig-Holsteins

In erster Linie war es die Absicht, durch die Bekämpfungsmaßnahmen mit Mobe T den durch den Riesenbastkäfer bedingten Einschlag zu vermindern. Auf diese Weise sollte eine stärkere Durchlichtung der windgefährdeten Bestände sowie eine damit verbundene, rasche Veränderung des Bestandesklima vermieden und außerdem Zeit für die Einleitung waldbaulicher Maßnahmen gewonnen werden. Ein schneller, durchschlagender und anhaltender Erfolg war erwünscht, um mehreren, größeren Bekämpfungsaktionen, die eine zu große finanzielle Belastung für den Forst bilden würden, zu entgehen.

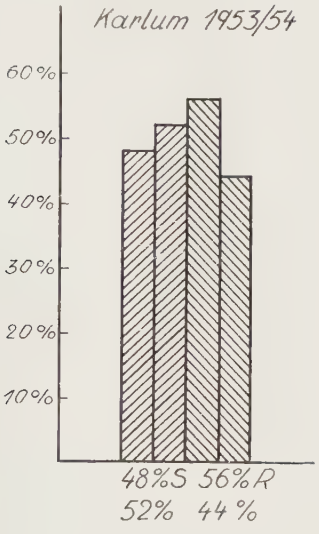


Nr. 6. Der durch *Dendroctonus micans* Kug. bedingte Einschlag in Karlum

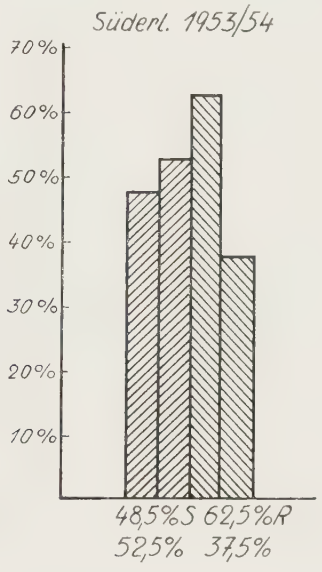
Abgesehen von dem positiven Ergebnis der Mobe-T-Versuche (s. o.) konnte der Nachweis, ob die vorgeschlagene Bekämpfungsmethode zum Erfolg führt, nur durch eine Aktion im Freiland auf größerer Fläche nach längerer Beobachtung geführt werden. Kurz vor Abschluß der Untersuchungen und Versuche im FA. Flensburg wurde mit der Bekämpfung des *Dendroctonus micans* Kug. im Herbst und Winter 1953/54 begonnen. Die Reviere Süderlügum und Karlum wurden als Versuchsflächen bestimmt, um die Auswirkungen der unter Aufsicht durchgeführten Begiftung eindeutig nachweisen zu können. Vor allem auf diese beiden Reviere beziehen sich die angeführten Zahlenbeispiele und Diagramme.

1. Die Verminderung des Einschlages

Im Diagramm Nr. 6 ist der vorwiegend wegen *Dendroctonus*-Befalles getätigte Einschlag im Revier Karlum während der Jahre 1942–55 aufgezeichnet. Die Unterlagen aus dem Revier Süderlügum konnten in der entsprechenden Weise nicht ausgewertet werden. Einige Fichten (Sitka-, Rot-, Weißfichten), die wegen Dürreschadens, Rotfäule oder unbekannter Gründe gefällt werden mußten, dürften in den Angaben mit enthalten sein. Da ihr Anteil hier sicher gering ist, wird dadurch das Ergebnis nur unwesentlich beeinflußt.



Nr. 7. Verhältnis der durch die Begiftung geretteten und der gefällten Sitka- und Rotfichten (v. d. Gesamtzahl der befallenen Bäume) Süderlügum 1953/54



Nr. 8. Verhältnis der durch die Begiftung geretteten und der gefällten Sitka- und Rotfichten (v. d. Gesamtzahl der befallenen Bäume) Karlum 1953/54

Der Einschlag nimmt wechselweise ab und zu, wobei Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf den Massenwechsel des *Dendroctonus micans* Kug. nicht zu erkennen sind. Es ist zu berücksichtigen, daß ja vor 1953 das Revier nicht planmäßig nach *Dendroctonus*-Befall durchsucht worden war, wenn auch von dem zuständigen Revierbeamten dem Riesenbastkäfer gerade hier besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Daher wurden zunächst übersehene, befallene Fichten erst in den nachfolgenden Jahren mit zunehmendem Fraßschaden entdeckt, so daß dann der Einschlag „plötzlich" relativ hoch lag. Zweifellos hebt sich aber der den trockenen Jahren folgende Befall von 1949, der einen starken Einschlag zur Folge hatte, klar heraus. Im Jahre 1953 wäre an einzuschlagendem Holz fast ebensoviel wie 1949 angefallen, wenn nicht schon mit der Mobe-T-Bekämpfung begonnen worden wäre. Aus den Diagrammen Nr. 7 u. 8 ist zu ersehen, daß im Revier Karlum 48 % der befallenen, anfälligeren Sitkafichten und 56 % der widerstandsfähigeren Rotfichten, in Süderlügum 48,5 % der ersteren und 62,5 % der letzteren

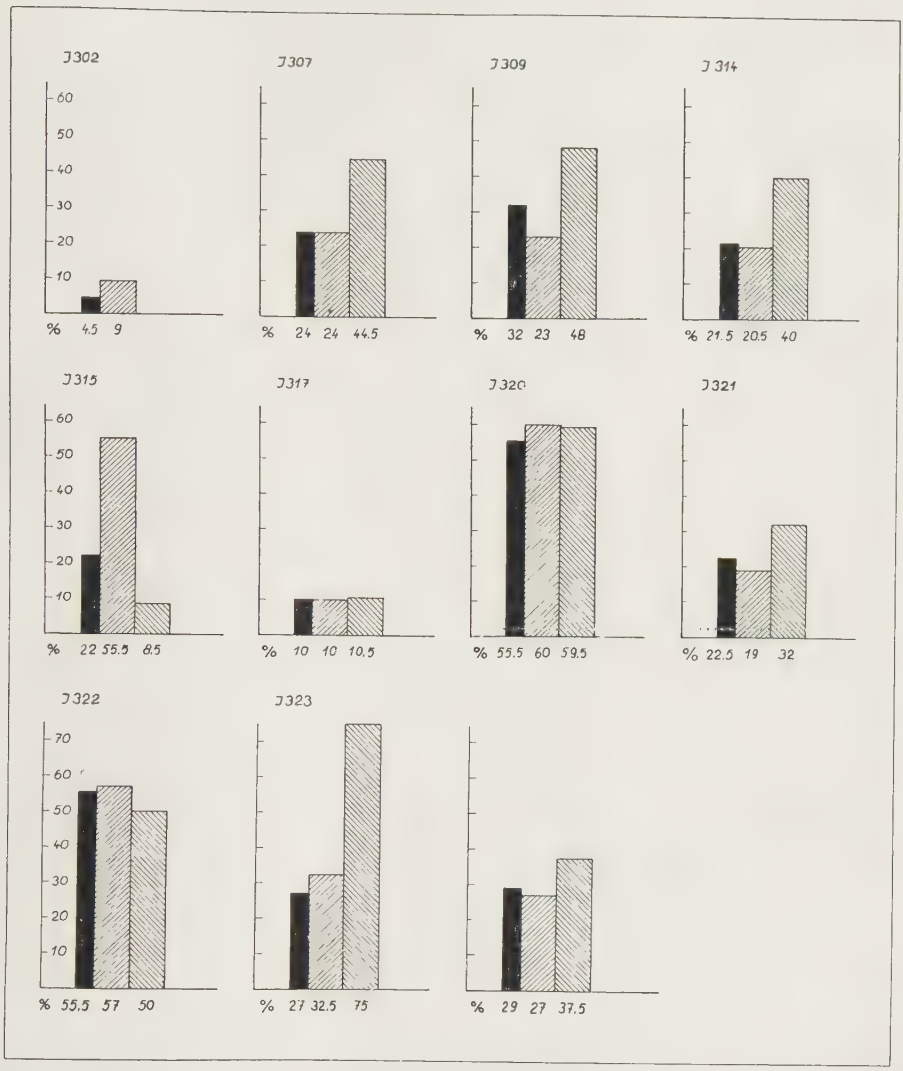
durch die Spritzung vor dem Einschlag bewahrt werden konnten (vgl. Diagramme Nr. 3 u. 4). Letzterer sank 1953/54 in Karlum bis auf 170 fm ab. Bereits nach einem Jahr, d. h. nach der 2. Begiftung, war eine fühlbare Verminderung des Einschlages, die mit 45 fm besonders deutlich ausfiel, eingetreten.

Selbstverständlich drängt sich sofort die Frage auf, ob nicht die Reduzierung des Einschlages und die Verminderung des Befalles (s. u.) natürlich bedingt und nur scheinbar ein Erfolg der mechanisch-chemischen Bekämpfung sind. Zweifellos war *Dendroctonus micans* Kug. 1953/54 in seiner Entwicklung durch ungünstige klimatische Umweltbedingungen gehemmt. Deren Einwirkung kann aber keinesfalls so einschneidend gewesen sein, daß der Befall auf ein in den vorausgehenden Jahren niemals zu beobachtendes Mindestmaß absank. Sowohl in Karlum als auch in Süderlügum wurde der Befall fast um denselben Prozentsatz vermindert, was bei natürlichem Rückgang der Populationen infolge der Verschiedenheit dieser Reviere nicht eingetreten wäre. Dagegen ist die Bevölkerungszahl des Riesenbastkäfers in Revieren, in denen keine Bekämpfung vorgenommen wurde, weiterhin hoch und demnach auch die Anzahl befallener, mit Bruten besetzter Fichten. An verschiedenen Stellen breitet sich der Käfer noch weiter aus.

Selbst unter den für *Dendroctonus micans* Kug. weitaus günstigeren Entwicklungsbedingungen des Jahres 1955 blieb der Einschlag in Karlum mit ca. 36 fm außerordentlich gering. Dagegen ist ein Ansteigen kleiner, gut zu kontrollierender Befallsstellen an bisher befallsfreien Rot- und Sitkafichten zu beobachten. Letzteres ist im wesentlichen auf den Zuflug bzw. die Zuwanderung von befallenen Privatwaldungen, in denen die Bekämpfung nicht durchgeführt wird, zurückzuführen.

2. Die Verminderung der Befallsstellen bzw. der mit Brut besetzten Sitka-, Rot- und Weißfichten durch die Begiftung „am stehenden Stamm"

In den Diagrammen Nr. 9–34 wurde der Rückgang des Befalles von 10 repräsentativen Jagen aus Karlum und 14 Jagen aus Süderlügum, nach Holzarten getrennt, dargestellt. In beiden Revieren nimmt die Befallsverminderung in der Reihenfolge: Weiß-, Sitka-, Rotfichte ab. Diese Unterschiede sind dadurch bedingt, daß der Anteil der Weißfichte in beiden Revieren in den einzelnen Jagen – besonders in Karlum (s. u.) – gering ist. Da auf ihre Erhaltung wegen der starken Gefährdung durch den Riesenbastkäfer und anderer Schädlinge und wegen ihrer geringen wirtschaftlichen Bedeutung kein Wert gelegt wurde – Weißfichten an Bestandesrändern wurden als Windschutz vom Aushieb bewahrt –, wurde sie teilweise völlig ausgemerzt. Darauf beruht die „100%ige Befallsverminderung" im Revier Karlum. Der Unterschied zwischen Sitka- und Rotfichte ist vor allem darauf zurückzuführen, daß bei letzterer die Befallsstellen – sie sind kleiner, der Harzausfluß ist oftmals schwächer – schwieriger zu erkennen sind; deshalb werden befallene Rotfichten eher übersehen und erst bei den darauffolgenden Kontrollen entdeckt. Die unterschiedliche Befallsverminderung in den einzelnen Jagen innerhalb eines Revieres ist allgemein auf den jeweiligen Schwierigkeitsgrad in der Erfassung der einzelnen Befallsstellen, bedingt durch den Bestandesaufbau, die Verteilung der befallenen Bäume, das Alter derselben, Zwieselbildung etc. zurückzuführen. Außerdem sind auf den Standorten die Fichten mehr oder minder gegenüber *Dendroctonus micans* Kug. anfällig und wer-



Nr. 9—18. Die 1954/55 gegenüber 1953/54 registrierte Befallsverminderung in 10 Jagen aus Karlum.
Nr. 19. Durchschnittliche Befallsverminderung in den 10 Jagen aus Karlum von 1953/54 auf 1954/55

den je nachdem bevorzugt befallen oder weitgehend von einem Befall verschont.

Eine weitere wichtige Frage ist, ob an den begifteten Stellen bzw. begifteten Bäumen sich nicht sehr bald wieder Neubefall durch Zuflug einstellt und nach kurzer Zeit diese doch gefällt werden müssen oder ob verschiedene Wurzelpilze sie anschließend zum Absterben bringen. Von den 1953/54 begifteten Fichten zeigten in Karlum 1955 nur 8 % einen Neubefall. Von diesen mußten 27 % gefällt werden, wobei es sich bezogen auf die Gesamtzahl der begifteten Bäume um nur 2 % handelt. Letztere sind durch das Zusammenwirken mehrerer Faktoren, vor allem durch die Einwirkung von *Fomes*

annosus, abgestorben. In wenigen Fällen konnte Befall in nächster Nähe begifteter Stellen angetroffen werden, was fast ausschließlich auf nicht sachgemäße Bekämpfung im Vorjahr zurückzuführen war. Sämtliche registrierten Befallsstellen sind klein und meist nicht größer als eine Handfläche. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß diejenigen stark geschwächten Fichten, die 1 Jahr nach der Begiftung gefällt werden mußten (s. o.), in einem gewissen Umfang als stehende, unter Kontrolle befindliche Fangbäume wirkten.

Somit geht aus den angeführten Beispielen hervor, daß der Einschlag nach 1–2 Begiftungen, sofern sachgemäß gearbeitet wird und ein starker Zuflug von verseuchten Nachbarrevieren weitgehend ausgeschlossen ist, fühlbar vermindert werden kann. Es wird sich künftig zeigen, wie lange das Leben befallener und dann begifteter Fichten verlängert werden kann. Allem Anschein nach wird ein hoher Prozentsatz dem Bestand 10–20 Jahre länger als ohne Begiftung erhalten werden können.

VI. Die Rentabilität der Bekämpfung des *Dendroctonus micans* KUG. mit Mobe T „am stehenden Stamm"

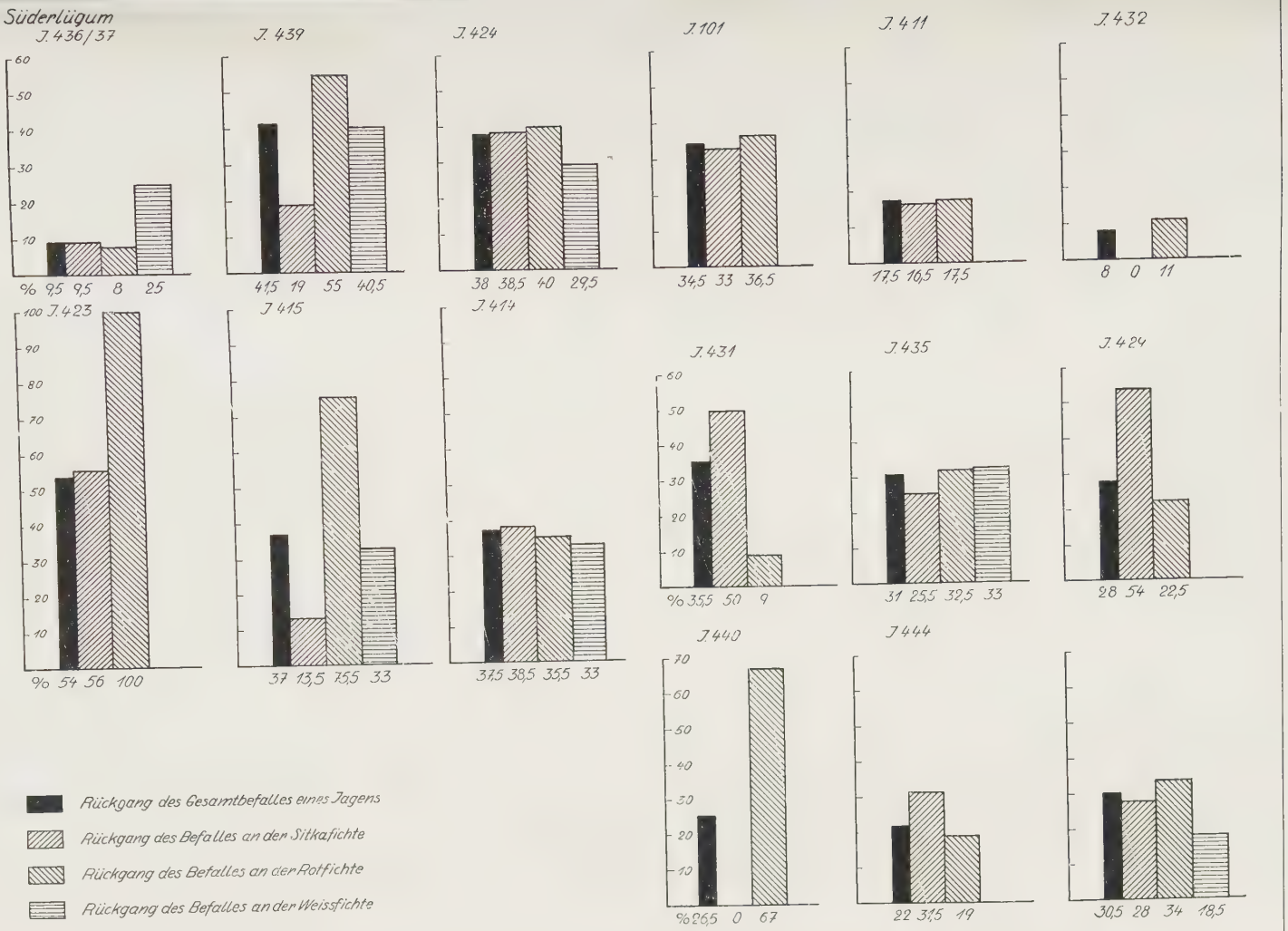
Die Rentabilität der neuen Bekämpfungsmethode ist für ihre weitere Anwendung von ausschlaggebender Bedeutung. Allgemein verbindliche Zahlen bzw. Durchschnittswerte pro Flächeneinheit können bei der Rentabilitätsberechnung der *Dendroctonus*-Bekämpfung nicht gegeben werden, da in diesem Falle eine Reihe Faktoren, die von Revier zu Revier sehr verschieden sein können, die Kosten wesentlich zu beeinflussen vermögen. Wiederum sind die Befallsverteilung in einem Revier, die Verteilung der Befallsstellen am Stamm, die Befallsstärke, die Größe der Befalls- bzw. Fraßstellen, das Bestandesalter, ob Rabatten und Gräben vorhanden sind, u. a. m. zu nennen. Es ist jedoch möglich, die untere bzw. obere Grenze der Unkosten einer *Dendroctonus*-Bekämpfung anzugeben.

Nach unseren Versuchen (vgl. Francke-Grosmann-Rühm 1954, Rühm 1954) wurden für 3 befallene, stehende Fichten mit 1 l Mobe T, für 2–3 Stubben mit derselben Menge gerechnet. Mit dem Arbeitslohn (Stundenlohn) wurden die Begiftung eines Stubbens bzw. Stammes auf 0,50–0,70 DM, die Begiftung einer gefällten Fichte auf 0,30 DM veranschlagt. Nicht mit einkalkuliert waren die Unkosten, die durch die Kontrolle der Bestände entstehen, da hierüber erst eine umfangreiche Bekämpfung Auskunft geben konnte.

In der Tabelle (unten) sind die wichtigsten Angaben über die Unkosten der Bekämpfung in Karlum 1953/54 und 1954/55 enthalten. Für die Kon-

Tabelle 1

Jahr	Mobe T-Verbrauch	Arbeitstage	Arbeitslohn	Kosten des Spritzmittels	Kosten pro Stamm	Kosten pro Hektar	Kontrollierte und begiftete Fläche
1953/54	380 kg	72	782,16 DM	501,60 DM	0,85 DM	11,16 DM	115 ha
1954/55	140 kg	76	859,60 DM	180,60 DM	7,59 DM	7,59 DM	135,7 ha



Nr. 20—33. Die 1954/55 gegenüber 1953/54 registrierte Befallsverminderung in 14 Jagen aus Süderlügum.
Nr. 34. Durchschnittliche Befallsverminderung in den 14 Jagen aus Süderlügum von 1953/54 auf 1954/55

trolle der einzelnen Jagen bzw. das Aufsuchen der befallenen Fichten und deren Markierung wurde rund 80 % der Arbeitszeit benötigt. Der Anteil des Arbeitslohnes an den Unkosten betrug 1953/54 61 %, 1954/55 82,5 %. Demnach kann man durch eine Verbilligung des Spritzmittels unter den in der Bundesrepublik gegebenen Bedingungen keine wesentliche Senkung der Unkosten einer *Dendroctonus*-Bekämpfung erreichen. Letztere wäre nur möglich, wenn die Grundstoffe ebenso billig wie in den USA zu bekommen wären. Eine Verringerung des Arbeitsaufwandes ist wegen der Biologie und Ökologie des Riesenbastkäfers, der besonderen örtlichen Verhältnisse in Schleswig-Holstein (s. o.) etc. nicht möglich.

Da sich die fixen Kosten (Kontrollmaßnahmen) annähernd auf gleicher Höhe halten, sind die Unkosten pro Stamm und Hektar Schwankungen unterworfen. Sind auf einem Hektar nur wenige Fichten zu begiften, so kommt der Einzelstamm relativ teuer; pro Hektar dagegen entstehen nur wenig Unkosten. Bei starkem Befall ist das Umgekehrte der Fall. Die im Stadtforstamt Lübeck auf 12 ha 1954/55 erstmals durchgeführte, erfolgreiche Bekämpfung des Riesenbastkäfers an Rotfichte kostete insgesamt 208,41 DM. Hierbei wurden 541 Fichten an der Stammbasis begiftet, so daß der Einzelstamm etwa 0,30 DM, der Hektar aber rund 18,– DM kostete. Daraus geht hervor, daß bei der Rentabilitätsberechnung die Unkosten pro Einzelstamm, pro Hektar und die Gesamtunkosten zu berücksichtigen sind.

Je nach den besonderen Verhältnissen muß damit gerechnet werden, daß die Unkosten einer *Dendroctonus*-Bekämpfung pro Stamm zwischen 0,50 und 0,90 DM, pro ha entsprechend zwischen 18,– DM und 6,– DM liegen. Mit 6,– DM Unkosten pro ha wird auch im günstigsten Falle gerechnet werden müssen.

Aus den Aufzeichnungen des Jahres 1955/56, die noch nicht vollständig ausgewertet werden konnten, geht hervor, daß der Mobe-T-Verbrauch, Anteil des Arbeitslohnes an den Unkosten, Kosten pro ha etc. annähernd den Verhältnissen des Vorjahres entsprechen. Die Gesamtunkosten der *Dendroctonus*-Bekämpfung halten sich nach den bisherigen Erfahrungen in tragbaren Grenzen und liegen im allgemeinen weit unter jenen, die sonst bei einer umfangreichen Bekämpfung von Forstschädlingen entstehen.

VII. Ein Vergleich der neuen Bekämpfungsmethode des *Dendroctonus micans* KUG mit der Bekämpfung des *Dendroctonus terebrans* OLIV. in den USA

In Nord- und Mittelamerika ist eine größere Anzahl forstlich sehr schädlicher *Dendroctonus*-Arten bekannt, von denen nur *Dendroctonus engelmanni* HOPK., der große *Picea engelmanni*-Bestände zum Absterben gebracht hat, erwähnt sei. Die bei diesem und anderen *Dendroctonus*-Arten zur Anwendung gebrachten chemischen Bekämpfungsverfahren sind mit der hier vorgeschlagenen Bekämpfungsmethode wegen ihrer andersartigen Biologie und Ökologie nicht unmittelbar vergleichbar. Ein Vergleich ist nur mit Arten, die sich durch einen Larvenfamilienfraß auszeichnen, möglich. In groben Zügen besitzen diese auch dem *Dendroctonus micans* KUG. entsprechende Lebensgewohnheiten, die eine Bekämpfung „am stehenden Stamm" ebenfalls gestatten würden.

Dendroctonus terebrans OLIV. trat nach einer dreijährigen Dürreperiode und starkem Holzeinschlag in Alabama und Mississippi auf (CROSS, J. K.,

1953). Der Schädling befiel stehende Stämme, die sich in der Nähe von Schlagflächen befanden. Zu seiner Bekämpfung wurde ein Gemisch aus Petroleum und einem Hexapräparat angewendet, das nach Angaben der Autoren gute Erfolge brachte. Hierbei wurden die Stämme befallener Bäume von Ästen und Harztrichtern weitestgehend gereinigt und ohne Verletzung der Rinde bzw. Borke der betreffende Stamm tropfnaß gespritzt. Außerdem wurde die erwähnte Lösung direkt in die erweiterten Einbohröffnungen gegossen. Die Unkosten beliefen sich nach Umrechnung auf 4–8 Pfennige pro Stamm.

Das gegen *Dendroctonus micans* KUG. zur Anwendung gebrachte Verfahren ähnelt der in Amerika gegen *Dendroctonus terebrans* OLIV. vorgenommenen Bekämpfung; trotzdem besteht ein wesentlicher Unterschied:

1. Die befallenen Bäume wurden gereinigt, was bei der Verwendung von Mobe T überflüssig ist.
2. Die begifteten Bäume wurden nachträglich gefällt, während es bei der Bekämpfung des Riesenbastkäfers auf die Erhaltung der Fichten ankam bzw. ankommt.

Es geht aus den amerikanischen Arbeiten nicht hervor, ob die Rettung begifteter Bäume nicht wünschenswert gewesen war oder ob sie wegen der phytotoxischen Wirkung des Mittels nicht möglich war. Die Begiftung des *Dendroctonus terebrans* OLIV. nach dem oben geschilderten Bekämpfungsverfahren müßte möglich sein. Eine wesentliche Schwierigkeit bieten nur die großen Flächen, die kontrolliert werden müßten, und die große Anzahl zu begiftender Bäume. Mit Hilfe des Luftbildes könnten aber zumindest die Befallsherde isoliert und anschließend diese dann begiftet werden. Bei den niedrigen Kosten des Spritzmittels in den USA (s. o.) wäre eine Bekämpfung, wie sie gegen *Dendroctonus micans* KUG. vorgenommen wurde, auch bei großen Flächen noch rentabel, zumal die Bestände vor dem Einschlag bewahrt werden könnten.

C. Die waldhygienischen Maßnahmen zur Bekämpfung des *Dendroctonus micans* KUG.

Ziel der vorbeugenden waldhygienischen bzw. ökologischen Maßnahmen soll es sein, die Gefährdung der Bestände durch den Riesenbastkäfer und sämtlicher Faktoren, die auf die in Frage kommenden Holzarten ungünstig einwirken, auf ein Mindestmaß herabzudrücken. Die vorbeugenden Maßnahmen sind zweifellos nachhaltiger und wirksamer als eine chemische Bekämpfung, die keinesfalls die Ursachen einer *Dendroctonus*-Gradation beseitigt (s. o.). Eine Reihe Bekämpfungsmöglichkeiten kann erst nach weiteren Untersuchungen auf lange Sicht verwirklicht werden. So muß die Provenienzfrage (endogener Faktorenkomplex) gerade im Hinblick auf die Sitkafichte, deren Herkunft vielfach nicht genau bekannt ist, geklärt werden. Das Fernziel sollten widerstandsfähigere Sorten sein, die sich den Standortsverhältnissen besser anpassen bzw. auf diese eingepaßt sind. Aus Untersuchungen in den USA ist bekannt, daß allein hinsichtlich Frosthärte und Wuchsgeschwindigkeit 5 Klimarassen der *Picea sitchensis* CARR. auftreten. Schon aus der Verbreitung der Sitkafichte kann man vermuten, daß sie in zahlreichen Populationen bzw. Rassen mit sehr verschiedenen Standortsansprüchen vorkommen

muß. Die Sitkafichte ist nämlich in einem verhältnismäßig schmalen Küstenstreifen von SW-Alaska (Kodiac Island) bis nach Kalifornien (Medocina County) in einer Länge von 3400 km verbreitet (Längengrade: 120 bis 155°, Breitengrade: 30–62°). Nur östlich der Pudget Scunds geht sie verstreut in die Kaskaden über. Hinzu kommt, daß sie als Gezeitenfichte im pazifischen Nebelgürtel von Seehöhe bis 345 -75 m steht, wobei sie auch noch in größeren Höhen, jedoch sporadisch (z. B. in Washington bis 900 m) vorkommt.

Eingehende Versuche im norddeutschen Küstengebiet könnten die erwähnten Fragen für unsere Verhältnisse klären und auch ein Urteil über die Anbauwürdigkeit der Sitkafichte bei uns zulassen. Von der geeigneten Wahl der Provenienz könnte evtl. auch das Verhältnis Wirtspflanze : Schädling unmittelbar beeinflußt werden. Francke-Grosmann (1950, 1954) wies bereits darauf hin, daß verschiedene Sitkafichtenindividuen vom Riesenbastkäfer gemieden werden. Im Revier Karlum werden z. B. Sitkafichten, die durch eine relativ glatte Rinde gekennzeichnet sind, nur geringfügig befallen. Inwieweit noch der Standort in dem zuletzt erwähnten Falle eine Rolle spielt, wurde noch nicht geklärt. Der starke Befall des Riesenbastkäfers ausschließlich an Kiefern nordischer Herkunft im FA. Neumünster (neben Befall an Fichten) zeigt, daß die Wahl einer geeigneten Provenienz auch in unserem Falle von Bedeutung sein kann. An der bei uns heimischen Kiefer tritt *Dendroctonus micans* Kug. nur selten auf.

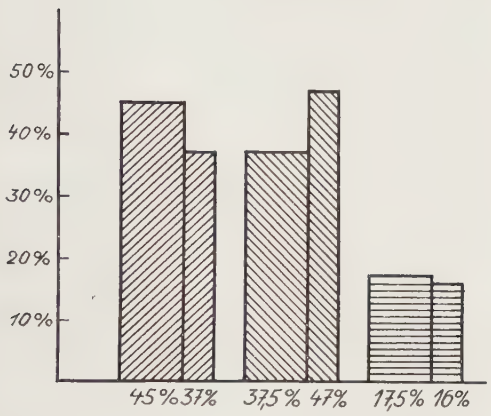
Nach vorausgehender chemischer Sanierung der Bestände können bereits einige waldbauliche Maßnahmen getroffen werden, die sich in absehbarer Zeit günstig auswirken werden.

1. Die Maßnahmen im Waldbau

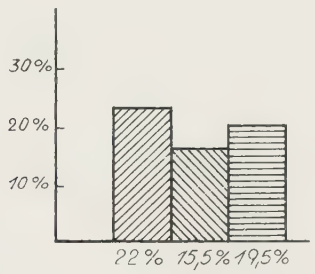
Die unmittelbar zu ergreifenden Maßnahmen bzw. Richtlinien zu ihrer Durchführung lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Die Sitkafichtenbestände müssen rechtzeitig durchforstet werden, da dann die Krone von Anfang an kräftig erzogen wird. So läßt es sich vermeiden, daß später Schwierigkeiten im Wasserhaushalt dieser sehr wasserbedürftigen Holzart auftreten. In einem zu eng stehenden Bestand kommt es viel eher durch die Wechselwirkung der Individuen verschiedener Konstitution zu Störungen. In einem zu spät durchforsteten Bestand ist die Letalität der Fichten bei *Dendroctonus*-Befall erhöht. So wurde an zwei Flächen von annähernd 13 ha festgestellt, daß auf der durchforsteten Fläche 9, auf der nicht durchforsteten 7,5 befallene Fichten pro ha standen. Dagegen betrug der Anteil absterbender Fichten auf der erstgenannten Fläche 21 %, auf der letzteren 41 %. Da nur zwei Flächen untersucht werden konnten, und das Zahlenmaterial verhältnismäßig klein war, sollen diese Zahlen lediglich die zugrunde liegenden „Tendenzen" aufzeigen.
2. Die Sitkafichte sollte horstweise angepflanzt werden. Sie darf m. E. nicht mit Holzarten zusammengebracht werden, die ebenfalls einen großen Wasserbedarf haben und gegebenenfalls in der Aufnahme der *Picea sitchensis* Carr. überlegen sind. Sonst kommt es wiederum zu einer physiologischen Schwächung der letzteren, die eine Disposition für die Kettenerkrankung (s. o.) schafft.

3. Die Anpflanzung der Sitka- und Rotfichte auf Inlanddünen ist wegen der ungünstigen Wasserverhältnisse einzuschränken. Gerade dort treten Rotfäule und *Dendroctonus micans* Kug. verstärkt auf, so daß es zur Herdbildung kommen kann. Einer Anpflanzung der Sitkafichte wegen des ozeanischen Klimas allein ist abzuraten. Es ist wünschenswert, vorher die Standortsverhältnisse eingehend zu erkunden.
4. Die Sitkafichte darf nicht mit Holzarten, die durch Rotfäule besonders gefährdet sind, gemischt werden. Gerade die Bergkiefer, die stellenweise in den Revieren Südtonderns in einem zu großen Anteil in Einzel- bzw. Reihenmischung den übrigen Holzarten als Schutz beigegeben wurde, fällt nach 30 Jahren durch Rotfäule aus, was zur Folge hat, daß nachträglich auch auf diese Weise die starke Astbildung der Sitkafichte gefördert wird.
5. Bei den Durchforstungen ist die im Bestand befindliche Weißfichte, die als Ertragsholzart wenig wert ist (s. o.), vorzugsweise zu fällen. Auf eine weitere Anpflanzung dieser Art im Bestand sollte verzichtet werden. Als



Nr. 35. Anteil der Sitka-, Rot- und Weißfichte an der Gesamtzahl befallener Zwieselbäume und Anteil am Gesamtbefall ohne Zwieselbäume



Nr. 36. Anteil der Zwieselbäume an den befallenen Sitka-, Rot- und Weißfichten

Windschutzmantel kann sie verwendet werden, da sie an den Rändern leicht zu kontrollieren ist. Ihr Befallsanteil liegt höher, als auf Grund ihres Anteils in den Revieren zu erwarten wäre.

6. Die Zwiesel- und Mehrlingsbildungen werden vom Riesenbastkäfer bevorzugt zur Brut aufgesucht, wobei dies besonders bei der Sitkafichte auffällt (Diagramme Nr. 35/36). Die Zwieselbildung bei der letztgenannten Holzart scheint vorwiegend genetisch bedingt zu sein. Vielleicht läßt sich durch Auswahl einer geeigneten Provenienz die starke Zwieselbildung bei dieser Holzart verhindern. Sonst kommt die Zwieselbildung noch durch Einwirkung abiotischer (z. B. Spätfröste) und biotischer Faktoren (z. B. tierische Schädlinge, u. a. Kaninchen) zustande. In verschiedenen Jagen (Alter 41–56 Jahre) wurden pro ha annähernd 11 % Sitkafichtenzwiesel registriert. Es ist demnach schon in den Kulturen dafür zu sorgen, daß die Zwiesel und sonstige Mißbildungen durch Ausschneiden frühzeitig beseitigt werden. Ältere Zwiesel sind bei der üblichen Durchforstung der Bestände vorzugsweise zu entfernen. Das Absägen nur eines Teiles des

Zwiesels ist zu unterlassen, da so eine erhöhte Disposition für den *Dendroctonus*-Angriff und das Eindringen verschiedener Pilze geschaffen wird.

7. Wo es erforderlich ist, sind Maßnahmen gegen Schälschäden zu ergreifen. Die Schälwunden sind mit einem Schutzanstrich zu versehen. In Schleswig-Holstein sind die Schälschäden besonders ernst zu nehmen, da es sich vielfach um Aufforstungsflächen handelt, denen an und für sich durch das Einwirken zahlreicher Umweltfaktoren große Schwierigkeiten entgegenstehen. Ferner ist zu berücksichtigen, daß hier zahlreiche Holzarten nicht autochthon und daher besonders gefährdet sind. Es ist für die Zukunft nicht tragbar, daß derartige Schäden, wie sie stellenweise zu beobachten sind, in Kauf genommen werden.
8. Das Anlegen von Entwässerungsgräben ist wegen der Gefährdung der Sitka- und Rotfichte durch Rotfäule (vgl. Francke-Grosmann 1948) auf ein Mindestmaß zu beschränken. An den Stichgräben treten die Fruchtkörper an den Wurzeln gehäuft auf.
9. Das Anlegen von Fichtenknicks (Rot-, Sitka-, Weiß- und Blaufichte) ist weitgehend einzuschränken, da letztere besonders für den *Dendroctonus*-Angriff disponiert sind (s. o.). Als Käferherde kann von ihnen eine Verseuchung größerer Bestände erfolgen. Die vorhandenen Knicks müssen sorgfältig kontrolliert werden. Stark verseuchte Knicks sind abzutreiben.

2. Die Maßnahmen bei der Waldpflege und -nutzung

Immer wieder kann man Fehler (s. u., z. B. zu späte Durchforstung) beobachten, die im Hinblick auf die Waldpflege und -nutzung gemacht werden und die der Entwicklung des *Dendroctonus micans* Kug. förderlich sind. Diese Fehler werden besonders häufig in den Privatwaldungen gemacht.

1. Mit einer rechtzeitigen Durchforstung (s. o.) und damit verbundenen Aufastung sollte zu einem Zeitpunkt begonnen werden, wo die Äste noch elastisch sind. Bei der Aufastung muß darauf geachtet werden, daß keinerlei größere harzende Wunden dem Rindemantel der Fichten zugefügt werden. Im Zuge einer frühzeitigen Entastung ist auch die Kontrolle jüngerer Bestände wesentlich erleichtert.
2. Fäll- und Rückschäden sind weitestgehend zu vermeiden. Das Hochklettern von „Zapfenpflückern" auf die Fichten mit Steigeisen ist zu verbieten. Gerade die Sitkafichte leidet unter diesen Wunden stark. Sämtliche Rückeschäden müssen mit einem Schutzanstrich versehen werden (oder Spritzung mit Mobe T).
3. Nichtbefallene Sitkafichtenstämme sowie die übrigen Fichtenarten dürfen in den Sommermonaten keinesfalls mehrere Wochen und Monate ungeschält in den Waldungen liegenbleiben.
4. Das Roden der Stubben im Bestand ist gerade bei der Sitkafichte infolge starker Verflechtung der Wurzeln benachbarter Bäume zur Vermeidung von Verletzungen einzuschränken bzw. zu unterlassen. Außerdem würde man die Verrottung tief sich in den Boden einsenkender Wurzeln verhindern.
5. Ungeschälte Stämme sowie Stubben dürfen nicht unkontrolliert aus den Revieren entfernt werden.

D. Forstpolitische Maßnahmen

Zum Abschluß erscheint es notwendig, noch auf einige Schwierigkeiten einzugehen, die im wesentlichen nur forstpolitisch zu lösen sind. Sie bilden große Hemmnisse für den Forstschutz und verhindern nicht selten einen durchschlagenden Erfolg in der Bekämpfung eines Schadinsekts. Gerade in der Schweiz, in der sonst der Forstschutz Aufgabe der Kantone, d. h. dezentralisiert ist, wurde z. B. die Bekämpfung des an verschiedenen Stellen großen Schaden anrichtenden Maikäfers einer zentralen Stelle übertragen, die die Forschungsaufgaben und die Bekämpfung durchführte. So wäre auch im Falle des *Dendroctonus micans* Kug. eine möglichst einheitliche, großräumige (nicht großflächige!) Bekämpfung erforderlich. Nicht immer scheint die Zusammenarbeit der zuständigen Stellen gewährleistet zu sein. So stößt gerade die Bekämpfung des Riesenbastkäfers in den Privatwaldungen auf größte Schwierigkeiten. Nur selten wird von privater Seite die Bekämpfung übernommen. Gesetzgeberische Maßnahmen sollten getroffen werden, die eine Bekämpfung nicht nur anraten, sondern auch zur Pflicht machen. Das Walderhaltungsgesetz scheint nicht die geeignete Grundlage hierfür zu sein. Selbstverständlich müßte auch eine Regelung getroffen werden, daß bei größeren Schäden eine finanzielle Unterstützung von staatlicher Seite aus erfolgt.

Große Schwierigkeiten bereitet die Erfassung der Knicks und kleiner Waldparzellen. Es hat sich herausgestellt, daß sie z. T. kartographisch nicht erfaßt sind und es nicht leicht ist, die jeweiligen Besitzer zu ermitteln.

Weiterhin müßte eine Möglichkeit geschaffen werden, den Anbau der Sitkafichte in den Knicks zu untersagen. Ebenso müßte die Bekämpfung des Riesenbastkäfers in den Knicks zur Pflicht gemacht werden. Auch wären Maßnahmen erforderlich, die eine Einschränkung des Wildbestandes zur Folge hätten.

Die Bekämpfung im Privatwald ist, sofern die bereits angedeuteten Schwierigkeiten überwunden sind, immer noch erschwert, da die erforderlichen Geräte und auch die nötige Sachkenntnis, die zu einer ordnungsgemäßen Bekämpfung notwendig sind, fehlen. In diesem Falle könnte wohl nach Absprache der Forstverwaltungen, die die Oberaufsicht haben, mit den Pflanzenschutzämtern und deren Bezirksstellen Geräte zur Verfügung gestellt werden. Stellenweise ist dies in Schleswig-Holstein bereits geschehen. Es wäre vielleicht auch möglich, im Bedarfsfalle durch „fliegende Kolonnen" oder durch Privatfirmen, die von den Pflanzenschutzämtern überwacht werden, mit der Bekämpfung zu beauftragen.

Nur dann, wenn sämtliche in Frage kommenden Stellen und verantwortlichen Personen zusammenarbeiten und bemüht sind, Abhilfe zu schaffen, dürfte es möglich sein, „die Sitkafichte wegen ihrer großen Leistung, ihrer Schönheit und nicht zuletzt auch ihrer guten technischen Holzeigenschaften mit Erfolg anzubauen, die für die windgefährdeten Küstengebiete und auf anmoorigen Böden unersetzlich erscheint". Nicht zuletzt geht es auch darum, den Anbau der Rotfichte als Wirtschaftsholz bis zu einem gewissen Grade überhaupt zu gewährleisten.

Zusammenfassung

1. Das verstärkte Auftreten des *Dendroctonus micans* Kug., seine Verbreitung, die Ausweitung der Befallsherde, die unmittelbaren Schäden so-

wie die Folgeschäden in den staatlichen und privaten Revieren Schleswig-Holsteins wird behandelt.

2. Es wird diskutiert, ob eine mechanisch-chemische Bekämpfung des Riesenbastkäfers zweckmäßig ist. Nach Erörterung der Fehlerquellen der bisherigen Bekämpfungsverfahren gegen diesen Dauerschädling und nach Schilderung der Versuche zu seiner chemischen Bekämpfung, wird eine Begiftung „am stehenden Stamm" mit Mobe T empfohlen. Die Erkennung des Befalles, die Kontrolle der Bestände, der Zeitpunkt der Begiftung und der erforderliche Arbeitsgang werden erörtert.
3. Auf Grund mehrjähriger Untersuchungen in zwei staatlichen Revieren konnte der Nachweis erbracht werden, daß das vorgeschlagene Bekämpfungsverfahren auch im Freiland auf größeren Flächen anwendbar ist und zu einer Verminderung des Befalles und des Einschlages führt. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wird belegt.
4. Für eine weitere Sanierung der Fichtenbestände nach vorausgegangener Begiftung werden noch verschiedene waldhygienische Maßnahmen vorgeschlagen.

Summary

1. The increased occurrence of *Dendroctonus micans* Kug., its distribution, the widening of its centres of attack, the immediate and subsequent damage in State and private reserves in Schleswig-Holstein are discussed.
2. The practicability of a chemical-mechanical control of the beetle is discussed. From an analysis of the weaknesses of present attempts at chemical control, the treatment of standing trunks with Mobe T is recommended. The recognition of the attack, the management of the plantation, the time for treatment and the work entailed are discussed in detail.
3. On the basis of several years' studies in 2 State reserves, it can be stated that the above mentioned control method is also usable in large areas and leads to a lessening of attack and need for cutting down trees. The economy of the method is shown.
4. Various forest hygiene methods are suggested for the further restoration of the plantation after the above treatment.

Literatur

Becker, G. (1951): Ausdehnung und Ablauf der *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala. Ztschr. f. angew. Entomol. 33, p. 186–209.

Beier-Petersen, B. (1952): *Hylesinus micans*. Artens udbredelse og oversigt over dens optraeden i Danmark. Dansk Skovforenings Tidskift 37 (6), p. 299–322.

Cross, J. K. (1953): Succesful fight being waged with turpentine beetle. Southern Lumberman 187, p. 34.

Elton, E. T. G. (1950): *Dendroctonus micans* Kug., a pest of Sitka spruce in the Netherlands. Verhandl. d. 8. Internat. Kongr. f. Entomol. Stockholm 1948, p. 759–764.

— (1952): Overzicht insectenplagen 1946–1952. Comité ter bestudering en bestrijding van insectenplagen in bossen. Mededeling Nr. 17, 22, 32.

Emeis, W. (1923): Erfahrungen mit ausländischen Holzarten in der Provinz Schleswig-Holstein. Mitt. d. Deutsch. Dendr. Ges., p. 133–156.

— (1933): Wahrnehmungen an ausländischen Nadelhölzern in Schleswig-Holstein. Mitt. d. Dtsch. Dendr. Ges. , p. 116–120.

Escherich, K. (1923): Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 2, Verlag P. Parey, Berlin.

Francke-Grosmann, H. (1950): Die Gefährdung der Sitkafichte durch Rotfäule und Riesenbastkäfer in Aufforstungsrevieren Schleswig-Holsteins. Verhandl. d. 8. Internat. Kongr. f. Entomol. Stockholm 1948, p. 773–781.
— (1952): Populationsdynamische Faktoren bei der Massenvermehrung des *Dendroctonus micans* Kug. an der Sitkafichte in Schleswig-Holstein. 12. Verhandl. d. Dtsch. Ges. f. Angew. Entomol. Verlag P. Parey, Berlin, p. 108–117.
— (1954): Feinde und Krankheiten der Sitkafichte auf norddeutschen Standorten. Forst u. Holz, H. 6 (9), p. 117–119.
— u. Rühm, W. (1954): Die Bekämpfung des Riesenbastkäfers *(Dendroctonus micans* Kug.). ZFW 17 (12), p. 48–53.
Gøhrn, V., Beier-Petersen, B. u. Henriksen, H. A. (1953): *Dendroctonus micans*-Angriffe und ihr Verhältnis zum Durchforstungsgrad. 11. Kongr. d. Internat. Verband. Forstl. Forschungsanstalten, Sektion 24, p. 1–5.
Haardt, M. (1956): Die Standortskartierung im forstlichen Betrieb. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift H. 1, p. 25–34.
Haarløv, N., Beier-Petersen, B. (1952): Temperaturmålinger i bark og ved af Sitkagran *(Picea sitchensis)* etc. Det forstlige Forsøgsv. i Danmark 21, p. 43–91.
Hartmann, F. K., Querengässer, F. u. Jahn, G. (1953): Unterlagen für den Anbau westamerikanischer Nadelholzarten in Deutschland. Allg. Forst- u. Jagdztg. 125, H. 1, p. 25–48.
Heidenreich, E. (1951): Das Gamma-Hexachlorcyclohexan im Forst. Ztschr. f. angew. Entomol. 33, p. 321–327.
— (1954): Innentherapeuthische Effekte bei der Anwendung von Gamma-HCH. Zesde Jaarslijks Symposium over Phytopharmazie, Gent. p. 546–553.
Henriksen, H. A. u. Jørgensen, E. (1953): Rodfordaerverangreb i relation til Udhugningsgrad. Det forstlige Forsøgsv. i Danmark 21, p. 215–251.
Husson, R. u. Stauder, F. (1955): La lutte chimique contre le scolytide de l'épicéa, *Dendroctonus micans* Kug. Revue forestière française 7, p. 534–538.
Kangas, E. (1952): Über die Brutstättenwahl von *Dendroctonus micans* Kug. (Scolytidae) auf Fichten. Suomen Hyönteistieteellinen Aikakauskirja-Annales, Entomologici Fennici 18, Nr. 4, p. 154–170.
Merker, E. u. Kleinkrautheim, F. (1940): Der Riesenbastkäfer an der Sitkafichte. Allg. Forst- u. Jagdztg. 116, p. 255–261.
Rühm, W. (1954): Der Riesenbastkäfer *(Dendroctonus micans* Kug.) und seine Bekämpfung. Merck-Blätter 4. Jhrg., Folge2, p. 9–16.
— (1955): Eine neue Bekämpfungsmethode gegen den Riesenbastkäfer in Schleswig-Holstein. Verhandl. d. Dtsch. Ges. f. Angew. Entomol. 13. Mitgliederversammlung, Berlin 1954, p. 52–55.
— 1956: Die Auswirkungen der Bekämpfung des *Dendroctonus micans* Kug. durch Mobe T. Merck-Blätter 6. Jhrg., Folge 1, p. 4–11.
Schenck, C. A. (1939): Fremdländische Wald- und Parkbäume, Berlin.
Schneider, F. (1954): Planung in der Maikäferbekämpfung auf Grund einer Befallskartierung in den einzelnen Gemeinden. Mitteilungen f. d. Schweizerische Landwirtschaft, H. 2, Jhrg. 2, p. 17–52.
Voûte, A. D. (1943): Overzicht over de insectenplagen onzer boschen en andere houtopstanden in det jaar 1942. Nederlandsch Boschbow Tijdschrift 16, p. 1–7.
— (1944): Ebenda, 17 (3), p. 87–92.
Wagner, H. (1954): Zur Bekämpfung des Riesenbastkäfers. Allg. Forstzeitschr. 9, p. 544–46.

Aus der Staatl. Vogelschutzwarte Hamburg, Institut für Angewandte Vogelkunde

Untersuchungen und Beobachtungen an einer Naturkolonie der Roten Waldameise *(Formica rufa)* im Schadgebiet der Kl. Fichtenblattwespe *(Pristiphora abietina)*

Von Herbert Bruns, Hamburg

1. Einleitung

Als 1952 in Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg, der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt und dem Bund für Vogelschutz mit biologischen Maßnahmen (Vogelschutz und Ameisenvermehrung) gegen die Kl. Fichtenblattwespe im Forstamt Cloppenburg i. Oldbg. begonnen wurde, fand eine autochthone Kolonie[1] der Roten Waldameise im Forstort Dwergtersand unsere besondere Beachtung. Ebenso wie die Populationsdynamik der Fichtenblattwespe wurde diese Waldameisenkolonie alljährlich unter Kontrolle gehalten[2].

Die Ameisenkolonie liegt in einem rund 90 ha großen gemischten Fichten-Kiefernwald, der Ende des vorigen Jahrhunderts nach Vollumbruch mit dem Dampfpflug auf feinsandigem Heidegebiet entstand. Eine genauere Standortbeschreibung gibt Nessenius (1956).

Vor 1½ Jahrzehnten wurde die heute etwa 60jährige Fichte bei der Durchforstung noch stark begünstigt. In den letzten Jahren verschob sich dagegen der ursprüngliche Anteil von Fichte : Kiefer von 2 : 1 zugunsten der Kiefer. Die parallel und senkrecht zueinander in Abständen von ca. 120–300 m verlaufenden Wege wurden zu beiden Seiten mit Birken bepflanzt.

Klimatisch gehört das Gebiet (nach Hoffmeister: die Klimakreise Niedersachsens 1937) zum nördlichen Emskreis, der noch stark maritime Züge aufweist, aber auch einen kontinentalen Einschlag hat. Die mittlere Sommertemperatur liegt bei 12,8–12,9°, die mittlere Sommerniederschlagshöhe bei 370–380 mm, im gesamten Jahr um 700 mm.

2. Beschreibung der Ameisenkolonie

Die Ameisennester befinden sich größtenteils in den Abt. 48 u. 49. Außerdem liegen einige vereinzelte Nester außerhalb dieses Gebietes. Die Verte-

[1] Als Kolonie wird hier nicht ein einzelnes Nest, sondern ein Verband von Ameisennestern angesehen.

[2] Für die Förderung der Versuche danke ich insbesondere dem Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Landforstmeister Dr. Borchers), dem Forstamt Cloppenburg i. O. (Forstmeister Reiche nebst Außenbeamten), dem Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg (Prof. Dr. Gösswald), der Nieders. Forstl. Versuchsanstalt (Prof. Dr. Schwerdtfeger, Dr. Thalenhorst, Dr. Ohnesorge) und dem Bund für Vogelschutz (Senator H. Hähnle) sowie als örtlichem Mitarbeiter Herrn Dipl.-Forstwirt A. Schrader, dem ich ebenso wie den Herren Prof. Dr. Gösswald, Prof. Dr. Schwerdtfeger und Dr. Kloft für eine kritische Durchsicht des Manuskriptes besonders danke.

Abb. 1. Von der Fichtenblattwespe im Forstamt Cloppenburg befressene Fichten. (Phot. Dr. BRUNS)

Abb. 2. Von der Fichtenblattwespe befressene Jungfichte (Dwergtersand i. Old.). (Phot. Dr. BRUNS)

lung der einzelnen Nester der Kolonie zeigt die Abb. 3. Die Nester liegen vorzugsweise an den von der Südsonne am meisten beschienenen Nordrändern der Wege, in zweiter Linie an den Weströndern und nur zum Teil

auch im Bestandsinnern. Bei den letzteren handelt es sich ausschließlich um größere Nester, die infolge ihres eigenen Wärmehaushalts von der Sonne weniger abhängig sind. Im Bestandsinnern sind noch größere Flächen frei von Ameisen.

1952 befanden sich von den insgesamt 31 bzw. 32 Nestern 26 auf der Hauptfläche der Kolonie mit ca. 7,5 ha. Bezieht man einen 50 m großen Aktionsradius der Ameisennester ein, so beträgt für die sämtlichen 32 Nester die von den Ameisen durchschnittlich belaufene Fläche rund 15 ha. Der von Gösswald für einen wirksamen Schutz der Roten Waldameise als notwendig angesehene Mindestabstand der Nester von durchschnittlich 50 m (= 4 Nester pro ha, bzw. 60 auf 15 ha) ist also nicht annähernd erreicht.

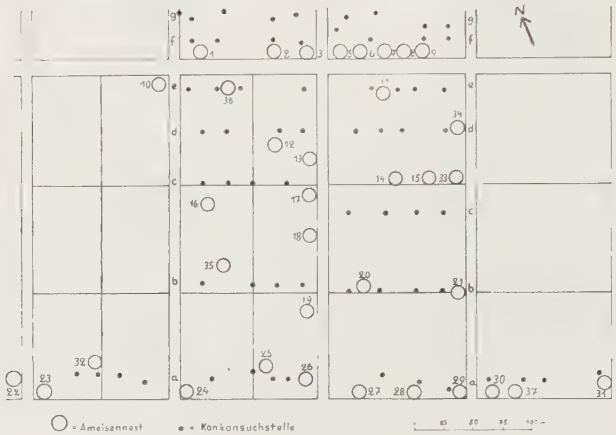


Abb. 3. Kolonie der Roten Waldameise in Dwergtersand

Nach der Individuengröße der Arbeiterinnen könnte man vermuten, daß es sich bei den Ameisen um die von Gösswald beschriebene mittlere Form der Roten Waldameise handelt. Dafür würde auch das stark ausgeprägte Straßensystem verschiedener Nester sprechen. Eine genauere morphologische Determination im Institut f. Angew. Zoologie Würzburg hatte die kleine Form *Formica rufa minor* ergeben. Da die Zahl an Königinnen als ein entscheidendes Merkmal für die Unterscheidung der großen, mittleren und kleinen Form[3] gilt, untersuchte ich zwei Nester auf ihren Königinnenreichtum. Diese Untersuchung ergab eine große Anzahl von mindestens mehreren 100 Königinnen, wahrscheinlich aber noch viel mehr, doch wollte ich die Nester nicht unnötig weit ausgraben und stören. Wir haben hier also trotz der Größe und der Straßenbildung die kleine Form *minor* vor uns, für die im übrigen auch der Volkreichtum der Nester sprechen würde.

In diesem Zusammenhang sei anhangsweise erwähnt, daß ich bei zahlreichen Beobachtungen und Ausgrabungen in Nord- und Süddeutschland immer wieder feststellen konnte, daß die einzelnen Populationen mehr oder weniger voneinander abweichen, zum Teil ihre Besonderheiten haben, so

[3] Ich benutze die neutralere Bezeichnung Form und nicht Unterart oder Rasse, da eine endgültige Klärung der Frage ob Art, Unterart, Rasse, Population oder Modifikation noch nicht erfolgt ist.

daß die für ein bestimmtes Gebiet gefundenen charakteristischen Merkmale einer Population in anderen Gebieten nicht die gleichen zu sein brauchen. Ähnliche Erscheinungen und besondere Verhaltensweisen finden wir z. B. auch bei der Vogelwelt, ohne daß wir hier die einzelnen Populationen einer Art oder Rasse mit besonderen wissenschaftlichen Namen bezeichnen, auch wenn populationsgenetische Unterschiede bestehen (vgl. BRUNS 1949). Die Beobachtung, daß gerade Ameisennester mit kleinen Arbeiterinnen besonders volkreich sind und die Tiere diffus (also ohne ausgeprägtes Wegenetz) nach allen Richtungen auslaufen, konnte ich in Norddeutschland vielfach bestätigen, doch nicht ohne Ausnahmen. Auch Unterschiede zwischen Kiefern- und Fichtenrevieren dürften mehr modifikatorisch bedingt sein. Umsiedlungen von einer Waldart zur anderen und umgekehrt gelangen gut, und aus einem reinen Eichen-Hainbuchenwald in Kiefern- und Fichtenreviere verfrachtete relativ große Ameisen der königinnenreichen Kleinen Roten Waldameise erwiesen sich hier sogar als besonders aktive Insektenjäger. Inwieweit diese Merkmalsabweichungen der einzelnen Populationen genetisch oder modifikatorisch bedingt sind, erscheint mir noch völlig ungenügend geklärt. M. E. sind beide Komponenten beteiligt, und wird es schwer sein, scharfe Grenzen zwischen den einzelnen Formen zu finden, da die Natur nicht statisch, sondern dynamisch mit gleitenden Übergängen ist.

3. Die Entwicklung der Ameisenkolonie von 1952-1957

1952 waren die Nester D 1 bis D 31 bzw. D 32 (vgl. Abb. 3) vorhanden. Sie wurden im Frühjahr mit Maschendrahtschutzhauben zum Schutz gegen Eingriffe tierischer Räuber versehen (vgl. Abb. 4). Nach diesem Schutz erfolgte ein rasches und überdurchschnittliches (im Vergleich zu Nestern ohne

Abb. 4. Ameisennester mit Maschendrahtschutz (Dwergtersand i. O. 1957). (Links Stammnest D 11)

Nestschutz) Heranwachsen der Nester innerhalb weniger Monate. Bis 1953 hatte sich die Zahl der Ameisennester auf 35 erhöht, sie ging 1956 auf 34 und 1957 auf 32 wieder zurück. Die Nester D 6, D 13, D 15 und D 28 waren 1957 verlassen, zum Teil infolge Abwanderung des ursprünglichen Mutternestes zum Tochterableger, wie z. B. von D 15 nach D 33. Das Nest D 4 mit D 4a war, um eine klare Grenze zwischen Ameisengebiet und angrenzendem ameisenfreien Gebiet zu erhalten, 1955 nach D 36 umgesiedelt worden.

Tabelle 1

Größte Nesthöhe und größter Nestdurchmesser (ohne Sandauswurf) in cm von Nestern der Kleinen Roten Waldameise in Dwergtersand

Nest-Nr.	Größte Nesthöhe in cm					Größter Nestdurchmesser in cm				
	18. 9. 1952	29. 11. 1955	3. 7. 1957	Zu- oder Abnahme 1955	1957	18. 9. 1952	29. 11. 1955	3. 7. 1957	Zu- oder Abnahme 1955	1957
D 1	75	80	75	5	— 5	200	150	150	— 50	0
D 2	55	60	58	5	— 2	100	120	140	20	20
D 3	60	65	70	5	5	130	130	150	0	20
D 7	20	18	53	— 2	35	80	65	110	— 15	45
D 9	70	80	82	10	2	150	130	140	— 20	10
D 10	65	65	70	0	5	160	120	120	— 40	0
D 11	110	80	80	— 30	0	300	200	170	— 100	— 30
D 12	80	75	70	— 5	— 5	170	150	160	— 20	10
D 14	80	100	88	20	— 12	230	180	180	— 50	0
D 16	75	70	72	— 5	2	220	200	180	— 20	— 20
D 18	35	28	23	— 7	— 5	70	85	70	15	— 15
D 19	65	55	52	— 10	— 3	150	110	110	— 40	0
D 20	70	55	65	— 15	10	200	190	120	10	— 70
D 21	65	68	58	3	— 10	170	130	150	— 40	+ 20
D 22	50	54	45	4	— 9	100	90	100	— 10	10
D 23	40	35	30	— 5	— 5	100	100	80	0	— 20
D 24	40	35	30	— 5	— 5	100	95	85	— 5	— 10
D 25	60	48	36	— 12	— 12	160	110	110	— 50	0
D 26	30	15	18	— 15	3	80	60	70	— 20	10
D 27	20	35	36	15	1	80	100	100	20	0
D 29	30	33	35	3	2	100	95	100	5	5
D 30	30	20	25	— 10	5	100	80	100	— 20	20
Summe:				— 51	— 3				— 440	+ 5
Mittel:				— 2,3	0,1				— 20	+0,2

Messungen 1952: Dr. Bruns; 1955, 1957: A. Schrader.

D 35 ist ein Ableger von D 16, der anläßlich der Untersuchung des betreffenden Nestes auf seinen Königinnenreichtum und zur Frage der Wiederzusammenwanderung zweier benachbarter Nester gebildet worden war. Eine Rückwanderung trat hier nicht ein, sondern beide Nester entwickelten sich, ohne zu wandern, weiter.

Sämtliche Nester wurden in den Jahren 1952, 1953, 1955, 1956 und 1957 bezüglich ihrer Nesthöhe und ihres Nestdurchmessers mit und ohne Sandauswurf vermessen. Die Tabelle gibt die Werte für die Jahre 1952, 1955 und 1957 wieder. Da sich bei Nestwanderungen u. dgl. keine vergleichbaren Werte ergeben, mußten diese Nester in der Tabelle unberücksichtigt gelassen werden. Ebenso wurden die Messungen für den Sandauswurf nicht wiedergegeben, da die jeweilige Grenzfestsetzung mir zu subjektiv erschien, um sie zu objektiven Vergleichen benutzen zu können.

Vergleicht man die mittlere Nesthöhe und den mittleren Nestdurchmesser der einzelnen Jahre, so würde jeder, der mit dem besonderen Verhalten und den Eigenarten der Roten Waldameise nicht vertraut ist, den Schluß ziehen, daß nach dem anfänglichen starken Wachstum der Nester eine laufende Abnahme der Ameisenbevölkerung erfolgt sei. Das ist aber ein Trugschluß. Je nach den Belichtungsverhältnissen baut die Rote Waldameise in dunkleren Fichtenbeständen im allgemeinen ihre Nester wesentlich höher als in lich-

teren Kiefernwäldern. In Fichtenwäldern findet man nicht selten steile Nestbauten, die jedoch nur zum kleinen Teil bewohnt sind. Andererseits stellt man bei Ausgrabungen oberflächlich ganz flacher Kiefernnester fest, daß solche Nester eine große Tiefe von 1 bis 2 m erreichen und einen überraschend hohen Individuenreichtum aufweisen können. Wie eingangs schon erwähnt, waren nun in Dwergtersand ebenso wie in anderen Bezirken angesichts des starken Befalls der Fichtenblattwespe bei Durchforstungen vorzugsweise die Fichten herausgeschlagen worden, so daß der Bestand in den letzten Jahren lichter wurde. Folglich bauten die Ameisen immer tiefer in den Sandboden. In nicht wenigen Fällen wurde dabei insbesondere bei der Dwergter Ameisenkolonie auch ein regelrechtes Versacken der Nester festgestellt.

Es liegt auf der Hand, daß daher Nestmessungen allein kein richtiges Bild ergeben können, sondern daß auch weitere Faktoren und insbesondere die Bevölkerungsstärke berücksichtigt werden müssen. Wenn wir auch auf Grund von Probezählungen die Individuenzahlen grob schätzen können, so konnte ich mich doch nicht zu der Methode entschließen, an einem bestimmten Tage sämtliche Einzelnester zu schätzen und die geschätzten Zahlen zu addieren. Die auf dem Nest sichtbare Ameisenmenge kann ja nach den äußeren Umständen, wie Witterung, Jagdtätigkeit usw. (vgl. BRUNS 1953) außerordentlich wechseln. Nicht nur bei kaltem oder feuchtem, sondern auch bei sehr trocken-heißem Wetter können die Ameisen im Nestinnern verborgen sein. So kann es vorkommen, daß man ein Nest als ganz oder weitgehend verlassen ansieht, das in Wirklichkeit gut belebt ist. Es kann aber auch vorkommen, daß ein Nest, das äußerlich einen guten Eindruck macht und auf Grund eigener Erfahrungen nur für scheintot gehalten wird, sich bei genauerer Untersuchung als verlassen erweist.

Da ich die Ameisenkolonie alljährlich mehrfach besuchte und mir einen guten Eindruck von dem Volkreichtum machen konnte, läßt sich mit ziemlicher Sicherheit aussagen, daß der Ameisenbestand in Dwergtersand nach dem anfänglich starken Wachstum der Nester (bedingt durch den Nestschutz) seit 1953 im großen und ganzen auf der durchaus als befriedigend zu bezeichnenden Entwicklungshöhe ziemlich konstant geblieben ist, wobei es 1957 ebenso wie 1952 sowohl größere, mittlere als auch kleinere Nester gab. Auch nach meinen sonstigen Erfahrungen hatte ich nicht damit gerechnet, daß sämtliche Nester unbedingt gleichmäßig wachsen. Es wird meist mehr oder weniger verschieden große Nester geben. Ich lernte allerdings auch wiederholt sowohl in Fichten- als auch in Kiefernwäldern Ameisenvorkommen kennen, die sich durch eine relativ hohe Zahl ziemlich gleich großer Nester auszeichneten.

Ich führe die Tatsache, daß sich die Dwergter Kolonie, nachdem sie einen gewissen Höhepunkt erreicht hatte, nicht weiter vermehrte, vor allem darauf zurück, daß ihre Nester durch Versacken und Zusammenbrechen der Nestgänge zum Teil unbewohnbar wurden. Zum Teil traten auch bei einigen Nestwanderungen Verluste auf. Gelegentliche Eingriffe des Spechtes, z. B. wenn die Ameisen über den Maschendraht hinausbauten, halte ich nicht für wesentlich, sofern der Kern des Ameisennestes jeweils sicher geschützt ist.

Bei den Kolonienvermehrungen mittels Nestaufteilung konnte ich in verschiedensten Gebieten Deutschlands immer erleben, daß die durch die Ablegerentnahme geschwächten Mutternester im allgemeinen in wenigen Mo-

naten wieder zur alten Größe heranwachsen, wenn man das entstandene Loch mit altem Reisig ausfüllt und dem Nest mit seinen Gängen und Kammern ein festes Gerüst gibt. Die „Degeneration" alter Nester und das rasche Wachsen nach einer Ablegerentnahme dürfte m. E. aber auch zum Teil dadurch bedingt sein, daß mit einem Aderlaß gleichzeitig ein Impuls zur verstärkten Nachwuchsproduktion gegeben wird. Diese Erfahrung bestätigt im übrigen die Feststellungen einsichtiger Puppensammler, die jeweils nur eine beschränkte und schonende Entnahme von Puppen vornehmen. Ständig wiederholte Störungen und Entnahmen während des ganzen Frühjahrs und Sommers, wie sie leider oft von Puppensammlern vorgenommen werden, führen (wenn nicht gerade der Kern des Nestes in einem schwer zugänglichen größeren Baumstubben liegt) zum Verschwinden der Nester.

Auf Grund der hier nur kurz erwähnten Erfahrungen aus anderen Ameisenrevieren und der Ergebnisse der Kontrolle der Dwergter Ameisenkolonie könnte man durch eine alljährliche kontinuierliche Aufteilung der größeren Nester zu einer raschen Weitervermehrung der Ameisen kommen und im Laufe einiger Jahre eine möglichst lückenlose Ameisenkolonie erreichen. Da die Aufteilung der Nester an Ort und Stelle erfolgt, werden hier (im Gegensatz zu Transporten aus großen Entfernungen von mehreren 100 Kilometern) keine besonders hohen Kosten entstehen. Wie wichtig die Lückenlosigkeit und ein ausreichend großer Nestbestand der Roten Waldameise ist, wenn sie gegen die Fichtenblattwespe wirksam werden soll, wird weiter unten noch näher erläutert werden.

4. Beobachtungen zum Verhalten der Roten Waldameise

Über das Verhalten der Roten Waldameise gegenüber der Fichtenblattwespe lagen im früheren Schrifttum nur wenige und z. T. widerspruchsvolle Angaben vor. Sie konnten von mir 1952 und 1953 dahingehend geklärt werden, daß die scheinbaren Widersprüche nicht nur in Art- und Rassenunterschieden (vgl. Gösswald), sondern durch weitere Besonderheiten im Verhalten ihre Aufklärung finden. So benötigten die Ameisen eine Anlaufzeit von ca. 1–2 Wochen, während der die Larven der Fichtenblattwespen, ohne von den Ameisen erbeutet zu werden, an den Fichtennadeln der Maitriebe fressen konnten. Dann wurden die Larven jedoch in zunehmendem Maße von den Ameisen erbeutet und eingetragen. Im günstigen Fall (bei schönem Wetter und hohem Blattwespenangebot) und nur während weniger Tage konnten als Tageshöchstbeute je nach Nestgröße Mengen von einigen 10 000 Larven erreicht werden, während in feuchten und kühlen Jahren wie 1955 und 1956 bei geringerem Angebot wesentlich weniger Blattwespenlarven eingetragen wurden. Weiterhin ergab sich bezüglich des Eintragens der Beute ein deutlicher Tagesrhythmus mit einem Maximum am Spätnachmittag, während früh und vormittags geringere Mengen eingeschleppt wurden. (Ausführliche Angaben vgl. Bruns 1954 a und b.) Darüber hinaus ist die jeweilige Beutemenge von weiteren Faktoren, wie Witterung usw. abhängig. Eine Erfolgskontrolle, die alle diese Faktoren nicht kennt oder berücksichtigt und nur zufällig zu einem früheren oder fortgeschrittenen Stadium der Larvenfraßzeit bzw. früh oder nachmittags erfolgt, muß daher zu falschen bzw. scheinbar widerspruchsvollen Ergebnissen kommen (vgl. Bruns 1953).

Da die Fichtenblattwespenlarven vornehmlich erst am Ende ihrer Fraßtätigkeit erbeutet werden, würde sich eine Auswirkung der Ameisentätigkeit hinsichtlich des Fraßgrades der Fichten erst in der nächstjährigen Generation der Blattwespen auswirken können. Bei kleineren bzw. lückigen Ameisenkolonien innerhalb ausgedehnterer Wälder werden jedoch die aus der Umgegend im Frühjahr zur Eiablage wieder zufliegenden Blattwespen einen erneuten Fraßschaden bewirken, so daß also nur bei großräumigen Ameisenkolonien ein am Fraßbild sichtbarer Erfolg nachzuweisen wäre.

Während sich in dem lückenhaften Dwergter Ameisengebiet 1952 ein im Vergleich zu den ameisenfreien Flächen sichtbar geringerer Fraßschaden feststellen ließ, wurde dieser relative Unterschied bei einem weiteren starken Anstieg der Blattwespenpopulation 1954 wieder verwischt.

5. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Kokondichte der Fichtenblattwespe von der Entfernung zu Ameisennestern

Da uns mehr noch als die eindrucksvollen Zahlen der von der Roten Waldameise erbeuteten Schadinsekten die Anzahl der überlebenden Blattwespen interessiert, wurden alljährlich im Frühjahr (März/April) und im Sommer/Herbst (Juli/Oktober) Kokonsuchen durchgeführt (Näheres vgl. Bruns 1954 und Ohnesorge 1957).

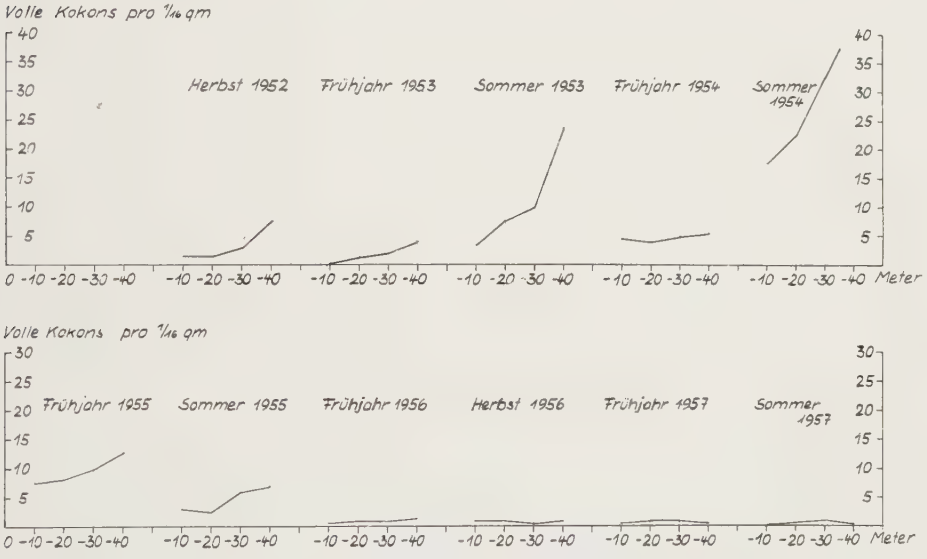


Abb. 5. Abhängigkeit der Kokondichte der Kl. Fichtenblattwespe von der Entfernung zu Nestern der Roten Waldameise. Dwergtersand, Forstamt Cloppenburg i. O.

Im Gebiet der Dwergter Ameisenkolonie waren 1952 7 Reihen von je 8 Kokonsuchstellen à 1/16 qm angelegt und diese Reihen an einigen Stellen noch erweitert worden.

Zur Klärung der Frage, ob in der Nähe der Ameisennester eine geringere Kokonzahl als in größerer Nestentfernung zu finden ist, stellte ich dann je-

weils alle Suchstellen von 0–10 m, 10–20 m, 20–30 und 30–40 m zusammen. Als Ergebnis zeigte sich eine deutliche Abnahme der Kokondichte, je näher die Suchstellen zu einem Ameisennest lagen. An Hand von 60 Probestellen konnte der Unterschied zwischen nestnahen und nestfernen Suchstellen statistisch gut gesichert werden (Näheres siehe Bruns 1954)[4]. In Entfernungen über 40 m vom Ameisennest war keine stetige Veränderung der Kokonzahlen zu erwarten, da der Aktionsradius der Ameisen während des hohen Nahrungsangebotes auf ca. 20–30 Meter eingeschränkt war.

Im einzelnen sind die Kokondichten und die Entwicklung der Blattwespengradation von 1952 bis 1957 in der Abb. 5 wiedergegeben. Während ich in meiner Veröffentlichung 1954 für 1952 noch 60 Kokonsuchstellen zugrundelegte, wurden für die Kurven 1952–1957 einheitlich je 48 verwertet. Die Abweichung, die sich aus der unterschiedlichen Verwendung von 48 bzw. 60 Suchstellen ergibt, ist jedoch unbedeutend.

Nach dem Höhepunkt der Gradation 1954 erfolgte 1955 bei der außergewöhnlich nassen und kalten Witterung während der Schwarmzeit im Mai ein starker Rückgang. 1956 war die Kalamität praktisch erloschen.

Für 1956 und 1957 fällt auf, daß der Kurvenverlauf keinen deutlich sichtbaren ansteigenden oder fallenden, sondern einen fast waagerechten Verlauf zeigt. Die Frage, ob ein in den Entfernungen von 0–40 m gleichmäßiger oder gar kein Einfluß der Ameisen auf die Fichtenblattwespe im Latenzstadium vorliegt, sei dahingestellt. Weiterhin ergab sich bemerkenswerterweise bei den Frühjahrskurven, die infolge der Mortalität der Blatt-

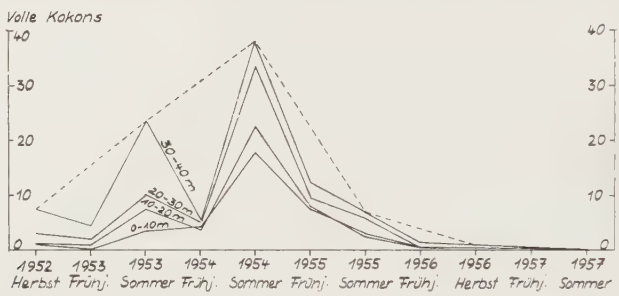


Abb. 6. Mittlere Anzahl pro 1/16 qm der vollen Kokons der Kl. Fichtenblattwespe *(Pristiphora abietina)* in Entfernungen von 0-40 m von Waldameisennestern *(Formica rufa minor)* im Frühjahr sowie Sommer/Herbst 1952-1957

wespe im Kokonstadium (Elateriden usw.) jeweils erheblich niedrigere Kokonzahlen als die Herbstkurven des Vorjahres aufweisen, ein deutlich flacherer Verlauf der Frühjahrskurven 1953 und 1954 als der Herbst/Sommer-Kurven. Die Reduktion der Kokons war demnach in der Nähe der Ameisennester geringer als in größerer Nestentfernung, wie das noch deutlicher die Abb. 6 erkennen läßt. An sich wäre auch denkbar, daß tierische Räuber zur Deckung ihres Nahrungsbedarfes von der geringeren Kokonzahl in Ameisennestnähe einen relativ höheren Anteil erbeuten. Offenbar haben sie jedoch die dichteren Kokonlagerstätten bevorzugt aufgesucht.

[4] Die in der Veröffentlichung im „Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst 1954", Seite 35 beigegebene Tabelle 2 betrifft das Jahr 1952 (nicht 1953).

Zusammenfassung

In einem Schadgebiet von *Pristiphora abietina* in Nordwestdeutschland wurde die Entwicklung einer autochthonen Kolonie von *Formica rufa minor* und die Auswirkung ihrer Beutetätigkeit auf die Population der Blattwespen während 6 Jahre kontrolliert.

Nach erfolgtem Nestschutz der Roten Waldameise wuchsen die Nester rasch heran und blieb ihre Population dann für die weiteren Jahre durchschnittlich auf konstanter Höhe stehen. Die durchschnittliche Dichte der in Kokons ruhenden Blattwespen nahm im Gebiet der Ameisenkolonie während der Gradation mit abnehmender Entfernung von 40 m bis 0 m zu den Ameisennestern hin ebenfalls ab. In der Latenzphase war keine ausgesprochene Dichteabhängigkeit von der Ameisennestentfernung feststellbar.

Summary

The development of an autochthonous colony of *Formica rufa minor* and the effect of its foraging activities on the sawfly population was studied for six years in an area in NW Germany infested by *Pristiphora abietina*.

After protection was given to the ants, the nests grew up quickly and the population then remained more or less constant. During the outbreak phase, the average density of the sawflies in coccoons decreased as the distance from the ant colony lessened from 40 to 0 m. In the latent phase there was no appreciable connection between the number of sawflies and the distance from the colony.

Literatur

Bruns, H.: Genetisch-evolutionistische Betrachtungen zur Frage der Misteldrosselpopulationen. Orn. Mitt. **1**, S. 49–57 (1949).

— Erfolgskontrolle und Erfolgsbeurteilung bei Kolonien der Roten Waldameise. Allg. Forstzeitschr. **8**, S. 528–529 (1953).

— Wann und in welchem Umfange wird die Kleine Fichtenblattwespe *(Lygaeonematus abietum)* von der Roten Waldameise *(Formica rufa)* eingetragen? Forstwiss. Centralblatt **73**, S. 35–40 (1954 a).

— Beobachtungen zum Verhalten (insbesondere Tagesrhythmus) der Roten Waldameise *(Formica rufa)* während des Nahrungserwerbs. Zeitschrift für Tierpsychol. **11**, S. 151 bis 154 (1954 b).

— Beeinflussung der Kokondichte einer Population der Kleinen Fichtenblattwespe *(Lygaeonematus abietum)* durch die Rote Waldameise *(Formica rufa)*. Nachrichtenblatt Dtsch. Pflanzenschutzd. **6**, S. 33–35 (1954 c).

— Ansiedlung und Entwicklung einer künstlich gebildeten Kolonie der Kleinen Roten Waldameise im Schadgebiet der Kl. Fichtenblattwespe (Manuskript 1958).

Gösswald, K.: Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. Lüneburg 1951.

Hoffmeister: Die Klimakreise Niedersachsens. 1937.

Nessenius, G.: Zur Ökologie der Kleinen Fichtenblattwespe unter besonderer Berücksichtigung der oldenburgischen Verhältnisse. Forstw. Cbl. **75**, S. 550–562 (1956).

Ohnesorge, B.: Zur Prognose des Schadauftretens der Kleinen Fichtenblattwespe *Pristiphora abietina* (Crist) – *Lygaeonematus abietinum* (Htg.). Anz. f. Schädlingsk. **30**, S. 116, 121 (1957).

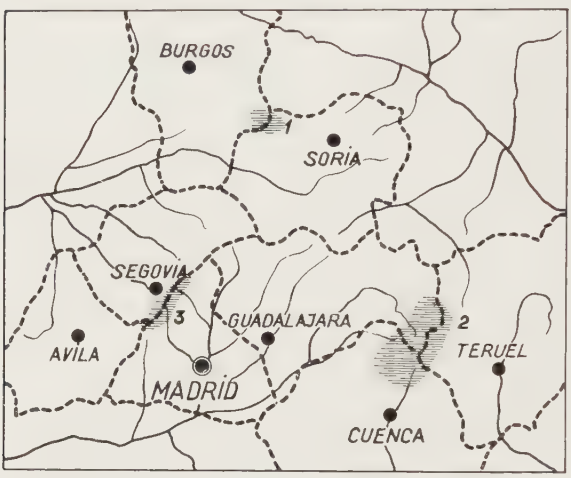
Schwerdtfeger: Die Kleine Fichtenblattwespe in Niedersachsen. Aus dem Walde. Mitt. Nieders. Landesforstverwaltung **1**, S. 75–87 (1957).

Thalenhorst, W.: Versuche zur Bekämpfung der Kleinen Fichtenblattwespe. Forst und Holz **7**, S. 49–51 (1952).

Die Nonne (*Lymantria monacha* L.) in Spanien

Von N. Romanyk, Madrid
(Servicio de Plagas Forestales)

Über Vorkommen und Verbreitung der Nonne in Spanien lagen bisher keine Angaben vor. Es darf jedoch angenommen werden, daß es sich um eine seit langem in den mit *Pinus silvestris* bestockten Zentralgebirgen der Iberischen Halbinsel heimische Art handelt. Bis vor wenigen Jahrzehnten wurde sie als eine selten vorkommende Art angesehen, von der man nicht vermuten konnte, daß sie in Spanien jemals eine wirtschaftliche Bedeutung erlangen würde.



Befallsgebiete (schraffiert) der Nonne in Spanien

Nach der ersten Nonnenkalamität im Jahre 1920, der weitere 1934/35 und 1950/51 folgten, mußte mit ihr als einem neuen Forstschädling gerechnet werden. 1950/51 wurde das von einer Massenvermehrung der Nonne betroffene Gebiet mit ca. 20 000 ha angenommen, wobei es auf dem größten Teil dieser Fläche zum Kahlfraß kam; 1952/53 waren es nach einer Schätzung bereits 60 000 ha. *Pinus silvestris* L. wurde hier eindeutig bevorzugt angenommen, in gemischten Beständen konnte jedoch auch Schadfraß an *Pinus pinaster* Sol. (Seestrandkiefer) beobachtet werden. *Pinus laricio* Poir. (Korsische Schwarzkiefer), die vielfach in Mischung mit *Pinus silvestris* L. vorkommt, wurde als Fraßbaum gemieden.

Die Nonnenkalamitäten traten bisher in Zeitabständen von etwa 15 Jahren auf, wobei es in den zwei bis drei Erruptionsjahren der Massenvermehrung zu wiederholtem Kahlfraß kam, an dessen Folgen ein erheblicher Prozentsatz von *P. silvestris* L. zugrunde ging. In Hauptfraßjahren wurden beispielsweise bis zu 29 300 Eier je Stamm gezählt. Zum Teil führten auch sekundär einsetzende Vermehrungen der Borkenkäfer den Ausfall von *P. silvestris* L. herbei.

Das bisherige Schadauftreten der Nonne erstreckte sich auf drei voneinander getrennt liegende Landesteile in den Zentralgebirgen Spaniens. Ihre

Lage und die davon betroffenen Provinzen sind in Abb. 1 kenntlich gemacht. Bestockt sind diese Waldgebiete mit Reinbeständen von *Pinus silvestris* L. und Mischbeständen von *P. silvestris* L. mit *P. pinaster* Sol. oder *P. laricio* Poir.

Im jährlichen Entwicklungsverlauf der Nonne waren in den einzelnen Provinzen geringe zeitliche Unterschiede festzustellen. Im ganzen gesehen traten jedoch die Entwicklungsstadien in den nachfolgenden Monaten auf: Raupen vom 15. Mai bis Mitte Juni, Puppen von Juli bis Mitte August, Falter im August.

Im allgemeinen erstreckte sich das bisherige Nonnenvorkommen in diesen Zentralgebirgen auf die Höhenzone von 1000–2000 m über N. N. Die obere Höhengrenze des Nonnenvorkommens lag im Befallsgebiet

Nr. 1	Soria, Burgos	bei 2000 m
Nr. 2	Teruel, Cuenca, Guadalajara	bei 1820 m
Nr. 3	Madrid, Segovia, Avila	bei 1850 m

Klimauntersuchungen über diese Waldregion liegen bisher nicht vor. Um jedoch einen Einblick in das Großklima dieses Gebietes zu vermitteln, werden in nachfolgender Übersicht die Klimadaten der den Nonnenbefallsgebieten nächstgelegenen und von Waldungen umgebenen Provinzhauptstädte wiedergegeben; die Wetterstationen Soria mit 1092 m, Cuenca mit 895 m und Segovia mit 911 m liegen an der unteren Verbreitungsgrenze der Nonnengebiete:

Mitteltemperaturen (T.), Niederschläge (N.) und relative Luftfeuchtigkeit (L.) im Durchschnitt der Jahre 1951 mit 1954

Monat	Soria, 1092 m Befallsgebiet 1			Cuenca, 895 m Befallsgebiet 2			Segovia, 911 m Befallsgebiet 3		
	T. in °C	N. in mm	L. in %	T. in °C	N. in mm	L. in %	T. in °C	N. in mm	L. in %
Januar	0,9	26,4	80	1,3	32,5	87	1,4	45,1	79
Februar	2,3	48,9	75	2,8	35,9	85	3,0	40,3	75
März	6,4	53,6	67	6,7	79,6	77	7,8	38,9	67
April	8,1	44,9	64	9,3	45,6	65	9,4	40,9	60
Mai	12,1	37,7	61	13,2	61,6	63	13,5	52,0	55
Juni	16,1	102,3	61	18,3	30,6	61	18,0	50,3	53
Juli	19,3	24,6	53	24,0	34,3	51	21,6	45,5	48
August	18,9	23,2	52	21,0	19,5	53	20,6	20,5	43
September	15,6	32,7	58	17,2	37,1	62	17,0	43,4	49
Oktober	11,0	53,5	71	11,8	39,2	75	12,0	24,0	66
November	6,8	52,7	53	7,9	30,0	81	7,2	48,7	74
Dezember	4,4	32,9	77	5,3	35,6	83	4,6	27,0	80
jährlich	10,2	533,4	64	11,6	481,5	70	11,3	486,6	62

Seit 1953 werden Bekämpfungsmaßnahmen unter Verwendung von DDT-Staub-Präparaten, deren Ausbringung mittels Flugzeugen erfolgt, in den vom Schadfraß betonten Waldgebieten durchgeführt. Dadurch konnte eine weitere Massenvermehrung verhindert und die ursprünglichen Befallsgebiete auf Herde geringen Umfanges zurückgeführt werden. Die von 1953 bis 1955 so behandelten Flächen beliefen sich auf 42 090 ha.

Zusammenfassung

In den mit *Pinus silvestris* L. bestockten Zentralgebirgen Spaniens hat die Nonne (*Lymantria monacha* L.) seit 1920 als neuer Forstschädling wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Während einer Massenvermehrung der Nonne 1952/53 wurden die vom Kahlfraß bedrohten Waldungen auf 60 000 ha geschätzt, welche sich auf drei getrennt liegende Befallsgebiete in den Höhenlagen zwischen 1000 bis 2000 m verteilten.

Zur Bekämpfung der Nonne wurden von 1953 bis 1955 insgesamt 42 090 Hektar Waldfläche mit DDT-Präparaten vom Flugzeug aus mit Erfolg bestäubt.

Summary

Since 1920, *Lymantria monacha* L. has become a pest in the central mountains of Spain which are stocked with *Pinus silvestris* L. The area threatened with defoliation in an outbreak in 1952/53 was estimated at 60,000 ha, in three separate sites at a height of 1,000–2,000 m.

Between 1953 and 1955, in all 42,090 ha of woodland were succesfully dusted with DDT from the air to control this pest.

KLEINE MITTEILUNGEN

Neue Forschungsergebnisse an Termiten

Von A. Herfs, Köln-Stammheim

Jucci, C. e A. Springhetti: **Contributi allo studio delle termiti in Italia per l'impostazione razionale della lotta antitermitica – IV. Prima esplorazione nel Veneto (Padova, Venezia, Oriago, Mira).** – Boll. Ist. Patol. Libro „Alfonso Gallo", 16, 313, 1957.

In enger Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Stellen und Behörden untersuchten Verff. im Gebiet des euganeischen Venedigs (das ursprüngliche Venetien = Venezia propria) Archive und Bibliotheken auf Termitenbefall bzw. die Möglichkeit eines Befalls.

In Padua und Umgebung sind bisher noch keine lebenden Termiten (weder *Reticulitermes* noch *Calotermes)* gefunden worden. Im Gebiet zwischen Padua und der Lagune von Venedig kommt nur die gefährlichere der beiden Termitenarten *R. lucifugus* vor, während von den Laguneninseln bisher nur die weniger gefährliche Art, *C. flavicollis* bekanntgeworden ist. In Venedig treten nach den vorliegenden Erfahrungen *Calotermes*-Termiten nur in toten Pflanzenteilen und in Balken von Baracken auf. Sicher sind in Venedig die kleinen, begrenzten Infektionsherde von *Calotermes* zahlreich. Jedoch ist *Calotermes* in Italien niemals als eine Art bekanntgeworden, die imstande ist, bemerkenswerte Schäden an Gebäuden anzurichten, obwohl ihr Vorkommen seit 1885 (Grassi und Aloi) aus verschiedenen Gegenden Italiens bekanntgeworden ist. – Eine ernste Gefahr droht Venedig aber durch die auf dem benachbarten Festland liegenden Befallszentren von *Reticulitermes lucifugus* Rossi. Wenn diese Art auch nicht in der Lage ist, von sich aus den Meeresarm, der die Inseln von der Festlandküste trennt, zu überwinden und die Geflügelten keine neuen Kolonien gründen können, so besteht doch die Möglichkeit einer unfreiwilligen Verschleppung durch den Menschen mit Bau- oder Brandholz.

Verff. konnten in Venedig an Gebäuden nur zwei Befallsstellen von *Calotermes* feststellen. In der Biblioteca Nazionale Marciana wurde in einem Fensterbalken des Glockenturmes starke Vermorschung beobachtet. Es fanden sich Holzsplitter und Kotbröckchen, die von *Calotermes flavicollis* stammten, aber offenbar sehr alt waren. Termiten wurden nicht gefunden. – Im Innenhof des Königspalastes wurde ein völlig vermorschter Fensterpfosten gefunden, der eine Menge Kotbröckchen enthielt, die z. T. von *Calotermes*, z. T. von einem anderen Insekt herrührten. Insekten selbst wurden keine festgestellt. *Calotermes* wurde in toten Astteilen einiger Bäume des Palazzo Reale gefunden. Die Geflügelten von *Calotermes* gelangen auch leicht auf die Dächer der Häuser, wo sie feuchtes, dem Regen ausgesetztes Holz befallen können. Doch sind nach allen Beobachtungen die durch *Calotermes* angerichteten Schäden nur begrenzt und von geringer Bedeutung.

In Oriago sind Tür- und Fensterpfosten, Fußboden- und Deckenbalken sehr stark von Termiten zerstört. Die Schäden sind alle ausschließlich auf *R. lucifugus* zurückzuführen. *Calotermes* kommt in diesem Gebiet nicht vor. – Der Erdboden ist stark von Termiten durchseucht. Als Häuserschutz wäre für diese Gegend zu empfehlen: Schutzgräben, die mit Erde + Insektizidzusätzen gefüllt werden; wasserabstoßende Zusätze zur Mauertünche; Injektionen von gasförmigen Insektiziden in den Erdboden rund um die Häuser. – Wegen des starken Auftretens von *R. lucifugus* weist Oriago im kleinen Bedingungen auf, wie sie in tropischen Zonen durch

andere Termitenarten verwirklicht werden. Darum würde gerade Oriago sich als Versuchsfeld zur Erprobung von Methoden und Mitteln für die Termitenbekämpfung eignen. – In Mira haben *Reticulitermes*-Termiten einige Register des Pfarrarchivs zerstört, die seitdem in Metallschränken aufbewahrt werden.

SPRINGHETTI, A.: **Contributi allo studio delle termiti in Italia per l'impostazione razionale della lotta antitermitica – V. Seconda esplorazione nel Veneto (Verona, Vicenza, Treviso, Rovigo).** – Boll. Ist. Pat. Libro „Alfonso Gallo", Gennaio-Giugno (Estrato, 3–14) 1957.

Reticulitermes lucifugus Rossi ist nach den bisherigen Erfahrungen die schädliche Termite Italiens. Venetien liegt an der Grenze der geographischen Verbreitung dieser Art. – Durch weitere Untersuchungen im Gebiet von Venezia Euganea versucht Verf. zu klären, wie weit in Bibliotheken und Archiven eine Infektionsmöglichkeit für Termiten besteht. Im Untersuchungsgebiet sind bisher noch keine Termiten festgestellt worden. Viele wertvolle Bibliotheken und Archive Italiens sind in alten Palästen oder Klöstern untergebracht. Die große Menge eingebauten Holzes, Feuchtigkeit, unzureichende Durchlüftung und Durchlichtung schaffen den Termiten in diesen alten Gebäuden günstige Lebensbedingungen. Die Gefahr eines Termitenbefalls steigt noch, wenn solche wertvollen Sammlungen in Gärten mit alten Bäumen liegen, von wo – falls Termiten im Freien auftreten – leicht ein Befall möglich ist. – Durch sinngemäße Reparaturen: Ausbesserung regendurchlässiger Dächer, Ersatz morscher Holzböden, vor allem in den unteren Stockwerken, durch moderne Zementböden, läßt sich die Termitengefahr wesentlich herabsetzen. Massenhaftes, dichtes Zusammenlagern von Dokumenten und Akten in engen vollgepackten Räumen, wo die Papierbündel direkt auf Holzböden aufliegen, bilden – bei der Unmöglichkeit einer hinreichenden Kontrolle – eine große Gefahr für den Befall durch beide Termitenarten *(Reticulitermes* und *Calotermes).*

SPRINGHETTI, A.: **Su alcune infestazioni di Termiti nei vigneti di Manduria (Puglia).** – Boll. Ist. Pat. Libro „Alfonso Gallo", Luglio-Dicembre, 3–20 + 10 Tab., 1957.

In den Weingärten Apuliens werden Weinbergpfähle und totes Holz alter Weinstöcke sowohl von *Calotermes flavicollis* als auch von *Reticulitermes lucifugus* befallen. *C. flavicollis* kommt nur in den über der Erde liegenden Holzteilen, *R. lucifugus* dagegen in ober- und unterirdischen Partien der Pfähle und Weinstöcke vor. Doch zeigen sich je nach den Feuchtigkeitsverhältnissen in den verschiedenen Lagen der Weingärten einige bemerkenswerte Unterschiede im Auftreten von *Calotermes* und *Reticulitermes.* An sehr feuchten Stellen kommt in den oberirdischen Teilen der Rebstöcke und Pfähle fast nur *Calotermes,* an trockneren Orten dagegen in den gleichen Partien vorwiegend *Reticulitermes* vor. Die Erklärung für dieses eigenartige Verhalten beider Termitenarten sieht SPRINGHETTI darin, daß die Erdtermite *Reticulitermes* Pfähle und Weinstöcke nur vom Boden aus befällt. In sehr feuchten Lagen dringt aber Wasser in die Termitengalerien ein und versperrt den Weg zu den oberirdischen Holzteilen. *Calotermes* befällt dagegen die oberirdischen Partien direkt durch fliegende Schwarmtiere, die in der Lage sind, in toten Holzteilen Kolonien zu gründen, während *R. lucifugus,* wenigstens in Italien, sich nicht durch Schwarmimagines sondern ausschließlich durch „bouturage" (Absonderung kleiner sozialer Verbände von der Stammkolonie) vermehren soll. Ein gleichzeitiges Auftreten beider Termitenarten in demselben Holzteil findet man – wenigstens bei stärkeren Kolonien – nicht. Individuenreichere *Calotermes*-Kolonien können, vor allem in der Nachbarschaft von Olivengärten,

die vertikale Ausbreitung von *R. lucifugus* einschränken. – Insgesamt waren von den in Manduria untersuchten 1606 Weinbergpfählen, Rebstöcken und Wurzeln 949, d. h. mehr als die Hälfte, von *Calotermes* oder *Reticulitermes* befallen.

SPRINGHETTI, A.: **Ghiandole Tentoriali (Ventrali, Protoraciche) e Corpora Allata in Kalotermes flavicollis Fabr.** – Symposia Genetica **5**, 333–349, Pavia 1957.

Nach den Untersuchungen von JUCCI (1924), PFLUGFELDER (1937), SPRINGHETTI u. BERNARDINI (1955) und KAISER (1955–56) kommen im Kopf der verschiedensten Termitenarten eigenartige Organe vor, die wahrscheinlich (JUCCI 1924) endokrine Funktionen haben. JUCCI nennt sie „ghiandole tentoriali" (Tentorialdrüsen), PFLUGFELDER „Ventraldrüsen", von denen einige Autoren annehmen, daß sie den „Prothoraxdrüsen" der höheren Insekten, deren häutungsregulierende Funktion bekannt ist, homolog seien. Obwohl die „ghiandole tentoriali" morphologisch unterschiedlich sind, bei den höheren Termiten *(Termitidae)* ist ihre Struktur kompakt, bei den niederen Formen *(Kalotermitidae)* aber gelappt, so ist ihr Verhalten bei allen bisher untersuchten Termitenarten auffallend gleichartig. Bei den sterilen Kasten der Arbeiter und Soldaten sowie bei den Nymphen sind die Tentorialdrüsen gut ausgebildet, um dann bei den Imagines rückgebildet zu werden. Bei den echten Königinnen und Königen sowie bei den Ersatzgeschlechtstieren von *Amitermes* fehlen diese Drüsen ganz, dafür nehmen die Corpora allata gewaltig an Umfang zu. Bei *Kalotermes flavicollis* liegen nach SPRINGHETTI die Verhältnisse ähnlich. Die Tentorialdrüsen nehmen bei dieser Art während der Entwicklung vom ersten Stadium bis zum Nymphenstadium mit langen Flügelscheiden deutlich an Volum zu. Bei den Pseudergaten, die bei *Kalotermes* die Funktionen des Arbeiters der höheren Termiten verrichten, ist die Drüse deutlich voluminöser als beim Larvenstadium IV. Bei den Ersatzgeschlechtstieren ist die Prothoraxdrüse der jungen Formen noch sehr gut ausgebildet. Bei älteren Tieren wird die Drüse schmal, manchmal fast fadenförmig und verschwindet dann bei alten Tieren völlig. Beim Soldaten ist die Prothoraxdrüse stets vorhanden.

Die Corpora allata zeigen bei den Juvenilstadien eine progressive Entwicklung, bei den sterilen Kasten einen stationären Zustand. Im Gegensatz zu den Prothoraxdrüsen verschwinden sie aber nicht nach der Imaginalentwicklung. Im Gegenteil, sie werden bei alten Königinnen, in Übereinstimmung mit der Ovarialentwicklung, riesig groß, manchmal vielhundertmal größer als bei den Nymphenstadien. Nach SPRINGHETTI ist die Entwicklung der Corpora allata bei den Larvenstadien von *Kalotermes* nicht verschieden von dem Verhalten bei anderen Termitenarten. Zunächst verläuft das Wachstum der Tentorialdrüsen während der Larvenentwicklung mit dem der Corpora allata durchaus gleichsinnig, wenn auch in der Intensität verschieden. Das Wachstum der Corpora allata wird aber nicht im Nymphenstadium gebremst, sondern geht auch in der Lebensperiode der adulten Form weiter. Im Nymphenstadium sind die Corpora allata bei beiden Geschlechtern gleich groß. Bei der geflügelten Form sind die Corpora allata des Männchens jedoch weniger voluminös als die des Weibchens. Bei den reifen Geschlechtstieren ist diese Differenz weniger klar ausgebildet, doch im Durchschnitt auch nachzuweisen.

An den gleichen Individuen, an denen SPRINGHETTI die Corpora allata untersuchte, verfolgte er auch die Entwicklung des Genitalapparates bei *Kalotermes flavicollis*, über den außer durch GRASSI (1893), BRUNELLI (1906), JUCCI (1923–26) und STELLA (1938) bisher wenig gearbeitet worden ist. Vor allem fehlen noch biometrische Unterlagen, auf die SPRINGHETTI vorzüglich seine Untersuchungen aufbaut. Der männliche Genitalapparat wächst nicht bei der geflügelten und entflügelten Form. In dem späteren Stadium des sexuell tätigen Königs ist der Genitalapparat aber viel stärker ausgebildet. Der weibliche Geschlechtsapparat ist schon bei der Nymphe und der geflügelten Form im Vergleich zu den übrigen Entwick-

lungsstadien gut ausgebildet. Auch er erreicht den Höhepunkt der Entwicklung erst bei der sexuell tätigen Königin. – Im Moment des Schwärmens hat das Männchen die Samenblasen voll von reifen Spermien. Beim Weibchen sind zum gleichen Zeitpunkt die Eier noch unreif und nur etwa 1/4 so lang wie abgelegte Eier.

Über die physiologischen Beziehungen zwischen Corpora allata und den Genitalorganen weiß man bis heute nichts Genaues, wenn auch das starke Wachstum beider Organe – z. T. sogar bis zum Gigantismus – im adulten Zustand, enge gegenseitige Beziehungen zwischen ihnen wahrscheinlich macht. Während nun die Korrelationen zwischen Corpora allata und Testikellobi wenig signifikant sind, besteht zwischen der Länge der Ovariolen und dem Volum der Corpora allata, wenn man bei ihnen die verschiedenen Stadien der adulten Form zusammennimmt, eine ziemlich enge Korrelation. Bei den Geflügelten verläuft die Entwicklung beider Organe offenbar noch unabhängig voneinander. Im frühen Zustand, wo die Gonade erst im Ausreifungsstadium ist, besteht noch keine Korrelation. Sie tritt erst in einem späteren Stadium der reifen, tätigen Gonade deutlich hervor. Nach Bounhiol sollen die Corpora allata die akzessorischen Drüsen direkt kontrollieren, speziell die Bildung des Dotters. Auch beim Männchen wird die Tätigkeit der akzessorischen Drüsen durch die Corpora allata beeinflußt. Nach Exstirpation der Corpora allata füllen sich die akzessorischen Drüsen bei *Rhodnius prolixus* nicht mehr mit Sekret (Wiggelsworth 1936). Weil nun beim Männchen die Corpora allata keine so intensive Funktion wie bei der Dottergenese zu regeln haben, sind sie bei der geflügelten Form und vielleicht auch bei den sexuell tätigen Männchen weniger voluminös als beim Weibchen.

Springhetti, A.: **Primi tentativi di trapianti di organi endocrini (ghiandole tentoriali) in Kalotermes flavicollis Fabr.** – Symposia Genetica **2**, „Genetica ed Entomologia", 395–396, Pavia 1957.

Transplantationsversuche – besonders Transplantationen von Drüsenorganen – sind bei Termiten bisher nicht häufig ausgeführt worden. Termiten sind als soziale Insekten für derartige Versuche keine günstigen Objekte, da verletzte bzw. geschwächte Tiere von den gesunden sofort aufgefressen werden und einzelne isolierte Tiere schwer zu halten sind. Dazu kommt, daß nach den Erfahrungen von Geigy und Ernst (1951) isolierte Tiere sich anders verhalten als Termiten im sozialen Verband. So sind Einzeltiere z. B. empfindlicher gegen Feuchtigkeitsänderungen. – Diese störenden Erscheinungen traten aber in Springhettis Transplantationen endocriner Organe bei Larven von *Kalotermes flavicollis* nicht auf. Ein Paar Tentorialdrüsen (Ventral- oder Prothoraxdrüsen) wurden aus dem Kopf einer Nymphe mit langen, seitlichen Flügelscheiden in physiologischer Lösung in das Abdomen einer Larve IV transplantiert. Beide Tiere wurden möglichst demselben Nest entnommen. Die Nymphe stand wahrscheinlich nicht vor der Häutung. Die operierten Tiere wurden einem kleinen sozialen Verband von konstanter Zusammensetzung in einer Petrischale auf Filterpapier + ein wenig Erde beigefügt. Jeder Verband zählte: 10 operierte Larven IV mit ins Abdomen transplantierten Tentorialdrüsen, 10 Normallarven IV (die gleichzeitig als Kontrolle dienten), 2 Pseudergaten, 2 Soldaten und ein Königspaar. Alle Tiere eines Verbandes, operierte und nichtoperierte, wurden mit verschiedenen Farben der Firma Geigy/Basel, wie sie zur Vogelmarkierung verwendet werden, gezeichnet, ohne daß nachteilige Wirkungen auftraten. – 5 solcher Nester wurden über einen Monat beobachtet. Die Versuchstiere waren auch dann noch in vorzüglichem Zustand. Eine Versuchszeit von einem Monat scheint aber bei Drüsentransplantationen auszureichen, um die Transplantationswirkungen in Erscheinung treten zu lassen. Während dieser Beobachtungsdauer war die Mortalität der operierten Tiere nicht viel höher als die der nicht operierten. Von 50 operierten Termiten starben 13, von den Kontrolltieren 8. In derselben Zeit häute-

ten sich 4 Kontrolltiere und 2 operierte Termiten. – Nach diesen Erfahrungen ist also *Kalotermes flavicollis* für derartige Versuche kein ungünstiges Objekt.

A. Canalis, U. Boffa, A. Giordano Soika, P. Sepulcri (Prefetura di Venezia – Ufficio Sanitario Provinziale): **Le Termiti a Venezia.** pp. 5—70, 55 Abb. u. 1 Kartenskizze.

Nachdem im Juli 1955 Termitenschäden an einer Häusergruppe am Brentaufer von Oriago di Mira gemeldet wurden, ernannte die Präfektur von Venedig eine Kommission, die das Auftreten von Termiten in Venedig, im Lagunengebiet und auf den vorgelagerten Inseln untersuchen sollte. Als Ergebnis dieser Untersuchungen stellte man fest, daß *Calotermes flavicollis* im ganzen Gebiet stark verbreitet ist. Diese Termitenart findet man in den venezianischen Gärten in toten Holzteilen lebender Bäume und Sträucher. Von hier aus befallen schwärmende Tiere häufig auch verarbeitetes Holz an der Außenseite der Häuser, an Dachstühlen und Brücken. Dabei wird vorzugsweise solches Holz befallen, das der Witterung, besonders dem Regen, ausgesetzt ist. Auch die Pfähle („bricole") in den Lagunen- und Binnenkanälen, die die Fahrrinne markieren, die Abdämmungspfähle dem Uferrand entlang sowie Werftpfähle der Giudecca werden in großer Zahl von *Calotermes* befallen. So bietet Venedig geradezu ein Musterbeispiel für die Anpassungsfähigkeit von *C. flavicollis* an die eigenartigen Umweltsbedingungen. Die Pfähle stehen fast der ganzen Länge nach in Meerwasser und sind dauernd dem Wetter, Sonne und Sturm, ausgesetzt. Das wasserreiche Venedig scheint überhaupt dieser Termitenart besonders günstige Lebensbedingungen zu bieten. Während *C. flavicollis* in der Regel nicht mehr als 1000 (Max. 2000) Individuen in einer Kolonie zählt, findet man selbst in kleinen Bäumen nicht selten einige Zehntausende *Calotermes*-Termiten. Nun können allerdings in einem Baum zahlreiche Pärchen zugleich brüten. Nach einer anderen Annahme würden aber die besonderen Milieubedingungen (z. B. begrenzte und diskontinuierliche Gartenbezirke) eine stärkere Vermehrung der Art bewirken. *C. flavicollis* schwärmt im Gebiet von Venedig von Mitte August bis Ende September. Ihre Verbreitung geschieht nur durch schwärmende Imagines, während die andere Termitenart Venedigs, *Reticulitermes lucifugus*, sich fast nur durch „gemmazione" (Ableger von der Stammkolonie in Form eines sozialen Verbandes) verbreitet. Die schwärmenden *Reticulitermes*-Imagines gehen fast alle, bevor sie zur Koloniegründung gelangen, zugrunde. *R. lucifugus* schwärmt Ende Mai—Anfang Juni. In Oriago di Mira sind diese Termiten nach dem alten Tagebuch der Gräfin Benson schon seit dem Ende des 18. Jahrhunderts als „formiche bianche" nachweisbar. Im August 1955 wurden in Oriago 170 Wohnungen untersucht, von denen 77 durch *R. lucifugus* befallen waren. Diese Art wurde in Venedig selbst in dem höher gelegenen Stadtgebiet Dorso Duo in der Holzverkleidung einer Zimmerwand entdeckt, aus der eine kleine Gruppe Imagines ausschwärmte. Die Infektion datiert von 1945, wo durch einige Möbelstücke aus dem verseuchten Oriago Termiten nach Venedig eingeschleppt wurden. Es besteht durchaus die Möglichkeit, daß in den Jahren 1944—45, als zahlreiche Flüchtlinge vom Festland mit ihrem Hausgerät nach Venedig kamen, Termiten *(R. lucifugus)* in die Lagunenstadt eingeschleppt wurden. Der Dorso Duo, wo die Gezeiten durch die höhere Lage des Stadtteils die Wohnungen nicht erreichen, begünstigt im besonderen Maße die Ansiedlung von *R. lucifugus*.

Spritzversuche mit 400 l Petroleum + 4 % reines Malathion + 1 % DDT zur Behandlung einer Fläche von 5000 m² (Türen, Fußböden, Möbel usw.) führten, selbst bei Anwendung einer Spritzpistole, zu keinem Erfolg. Zur Behandlung von befallenem Holz wird eine gesättigte Malathionlösung in Petroleum + 1 % Gammexan (Gamma-Isomere) benutzt. Malathion ist neben Diazinon eines der wirksamsten Mittel. In den Anwendungskonzentrationen ist es für den Menschen fast ungiftig. Die Gamma-Isomere hat eine dem DDT vergleichbare Wirkung, ist aber

weniger dauerhaft und viel toxischer. Als sicher wirksames Imprägnierungsmittel hat sich nach den venezianischen Versuchen Xylamon bewährt. Von dem Grabensystem in Verbindung mit Bodendesinfektionsmitteln zum Häuserschutz hält man in Venedig nicht viel, da infolge von Witterungseinflüssen bzw. Auswaschungen durch Regen, die Verteilung der toxischen Substanzen im Boden ungleich wird und die Termiten überdies durch tiefere Erdschichten unter dem Schutzgraben in das Haus eindringen können.

Da die Schäden der in Venedig weit verbreiteten *C. flavicollis* wirtschaftlich nicht ins Gewicht fallen, kommt die Termitenkommission zu dem Schluß, daß der mäßige Termitenbefall in Venedig mit Ruhe betrachtet werden kann und keine vordringlichen und umfangreichen Maßnahmen erforderlich macht, wenn auch durch die letzten Lokalinspektionen das Auftreten von *R. lucifugus* im Stadtbezirk von Dorso Duo festgestellt wurde. Bei genügender Kenntnis der Schäden dürften die Bekämpfungsmaßnahmen in einer Stadt wie Venedig, wo die Gebäudegruppen auf ebensoviele Inseln verteilt sind, gute Erfolgsaussichten haben.

Sandermann, W. u. Casten, R.: **Untersuchungen über die Verwertbarkeit radioaktiver Abfallstoffe von Atomkraftwerken als Holzschutzmittel.** — Holz als Roh- und Werkstoff Jg. 14 (1) S. 11—14, 1956.

Durch Mitteilungen der Tagespresse veranlaßt, glaubten manche Kreise der Holzschutzindustrie, den Atom-Müll der Atomkraftwerke als Holzschutzmittel verwerten zu können. Bei den Abfallstoffen der Atomkraftwerke handelt es sich hauptsächlich um zwei Gruppen von aktiven Isotopen: 1. die kurzlebigen mit einer Halbwertszeit (Zeit, in der die Hälfte der radioaktiven Substanz sich zersetzt hat) unter einem Jahr und 2. die langlebigen mit einer Halbwertszeit über 21 Jahre. Zu Gruppe 1 gehören Zirkonium-95 und das Cer-144, die beide während ihres Zerfalls radioaktive Tochterisotope bilden. Zu Gruppe 2 gehören Cäsium-137 und Strontium-90. Die kurzlebigen Isotope Cer-144 und Zirkonium-95 sind als Schutzmittel ungeeignet, da schon nach wenigen Jahren ihre Radioaktivität abgeklungen ist. Cäsium-137 hat die günstigste, d. h. längste Halbwertszeit von 33 Jahren. Dieses Isotop bildet aber kein schwerlösliches, witterungsfestes Salz, das nicht ausgewaschen werden kann. Das langlebigste Isotop nächst dem Cäsium-137 ist Strontium-90 mit einer Halbwertszeit von etwa 22 Jahren.

Zwei Filterpapierscheiben wurden mit einer Imprägnierlösung von Strontium-90 mit der Aktivität von 1 mC/cm³ (1 mC = 1 Millicurie) getränkt und in Petrischalen mit 8 Termiten *(Reticulitermes flavipes*, Hamburg) besetzt. Die Petrischalen wurden dann in einer Bleiblechpackung geschützt untergebracht. Nach 13 Tagen lebten noch alle Versuchstiere, am 14. Tag trat die Wirkung schlagartig auf, alle 8 Termiten starben. Fraßspuren waren kaum sichtbar. Eine Tränklösung mit einer Aktivität von 0,1 mC/cm³ hatte keine volle Wirkung mehr, da Lochfraß erfolgte, ehe die Tiere eingingen.

Säugetiere sind gegen Strahleneinwirkung weit empfindlicher als Insekten oder gar pflanzliche Schädlinge. Bei täglich geringen Dosierungsmengen von 0,1 kann der Körper während 40 Jahren 1000 r symptomlos überstehen (r = ein Röntgen, r = 6 EC : E = Energie der γ-Strahlung, C Curie und R die Anzahl Röntgen einer nicht abgeschirmten Strahlungsquelle in einer Entfernung von 1 Fuß). Bei massiven Dosen auf einmal treten schwere und schwerste Schäden auf. So sind 200 r für 5 %, 400 r für 50 % und 600 r für 65 % der Personen tödlich. Die letale Dosis für Ratten beträgt 600 r und für Kaninchen 800 r. Um kleine Insekten abzutöten, braucht man außerordentlich hohe Strahlungsmengen, etwa von der Größenordnung 50 000 r. Bakterien und Viren werden u. U. erst durch mehrere Millionen r abgetötet. Die für einen hinreichenden Holzschutz erforderliche Menge radioaktiver Substanz ist so hoch, „daß Mensch und Warmblüter aufs äußerste gefährdet sind". – „Man wird also nicht damit rechnen können, die Abfallprodukte aus den Atomkraftwerken als Holzschutzmittel einzusetzen."

Neuerscheinungen:

Pflanzenpathogene Bakterien

Eine Einführung mit Hinweisen
auf einschlägige bakteriologische und serologische Arbeitsmethoden

Von Dr. C. STAPP
Oberregierungsrat a. D.,
ehem. Direktor des Institutes für Bakteriologie und Serologie der Biologischen Bundesanstalt

1958 / 260 Seiten mit 100 Abbildungen / In Ganzleinen 32,– DM / Kartoniert 29,– DM

Pflanzenpathogene Bakterien, deren Existenz noch vor fünfzig Jahren angezweifelt wurde, haben heute eine erhebliche Bedeutung erlangt. Bisher jedoch gab es keine einschlägigen Lehrbücher über dieses Gebiet. Oberregierungsrat a. D. Dr. C. STAPP, der als ehemaliger Institutsleiter an der Biologischen Bundesanstalt, als Herausgeber einer namhaften wissenschaftlichen Zeitschrift und durch seine zahlreichen Veröffentlichungen auf dem Spezialgebiet der pflanzlichen Bakteriologie einen international geachteten Ruf besitzt, hat nun mit dem vorliegenden Band eine Einführung in diese Materie geschaffen. Das Buch enthält in seinem allgemeinen Teil eine Darstellung der bakteriologischen Technik, deren Beherrschung und richtige Anwendung die unbedingte Voraussetzung für ein erfolgreiches Arbeiten ist. Dabei werden, angefangen von der Herstellung der Nährsubstrate und der Reinkulturen über die Verfahren zur Diagnostizierung und zur Identifizierung bis zur Eingruppierung und Benennung der Bakterien, alle wichtigen Vorgänge leicht verständlich beschrieben. Der spezielle Teil bringt dann in alphabetischer Ordnung eine Auswahl von 24 Bakterienarten, die für den mitteleuropäischen Raum von besonderer Bedeutung sind. Von jeder dieser Arten werden Diagnostik des Erregers, Krankheitssymptome, Infektionsmöglichkeiten, Ausbreitung im Wirt, Resistenz, Wirtspflanzen, Verbreitung und Bekämpfungsmaßnahmen ausführlich und gut illustriert dargestellt und umfangreiche Literaturverweise gegeben. So wird das Buch Wissenschaftlern, Dozenten und Studierenden der Botanik, Biochemie und der Landwirtschaft bei der Beschäftigung mit dieser Materie eine wertvolle Hilfe sein.

Immissionsschäden an landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen

Von Dr. H. BERGE

1958 / 23 Seiten / Kartoniert 3,– DM

Dieses Referat, das im Dezember 1957 im Rahmen des Studium generale an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim gehalten wurde, fand so großen Anklang, daß seine Herausgabe in Broschürenform angebracht erschien. Es befaßt sich mit dem heute mehr als je aktuellen Problem der Verunreinigung der Luft durch Industriebetriebe und mit den damit verbundenen Schäden an landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen.

VERLAG PAUL PAREY · BERLIN UND HAMBURG

Im Dezember 1958 erschien Heft 2 des neuen Referatenorgans:

Forstliche Umschau

Referate über das forst- und holzwirtschaftliche Schrifttum

Herausgegeben von

K. Abetz, Freiburg · H. Gläser, Hann.-Münden · A. Horky, Wien
H. Leibundgut, Zürich · K. Mantel, Freiburg · A. Richter, Eberswalde
K. Rubner, München · J. Weck, Reinbek · E. Zieger, Tharandt

Schriftleitung:

J. Weck, Reinbek, und C. Wiebecke, Reinbek,
unter Mitwirkung von K. Abetz, Freiburg

Auf dem Gebiet der Forst- und Holzwirtschaft ist die Zahl der Veröffentlichungen des In- und Auslandes derart umfangreich geworden, daß der Einzelne, insbesondere auch der Praktiker, nicht mehr in der Lage ist, sich allein ständig auf dem laufenden zu halten und die Übersicht zu gewinnen, die für seine Arbeit unbedingt notwendig ist.

Die *„Forstliche Umschau"* soll diese Übersicht ermöglichen bzw. erleichtern, indem sie in deutscher Sprache über das wesentliche Fachschrifttum der ganzen Welt, also Zeitschriften, Bücher und andere Veröffentlichungen, dem Sinn gemäß, kurz und in einer jedem wissenschaftlich vorgebildeten Forst- und Holzwirt zugänglichen Form referiert.

- Das *wesentliche deutschsprachige forstwissenschaftliche Schrifttum*
  soll möglichst lückenlos,
  das *deutschsprachige holzwirtschaftliche Schrifttum,*
- soweit es mit dem Begriff der Forstwirtschaft zusammenhängt, und
  das *nicht deutschsprachige europäische forst- und holzwirtschaftliche Schrifttum*
  möglichst weitgehend,
- das *einschlägige überseeische Schrifttum*
  in seinen wichtigsten Teilen erfaßt werden.

Die Zeitschrift ist auf dem Gebiet der Forst- und Holzwirtschaft eine Neuerscheinung:

1. Sie verzichtet bewußt auf den Abdruck von Originalartikeln, beschränkt sich andererseits aber auch nicht lediglich auf bibliographische Angaben und Inhaltsstichworte, sondern trägt durch kurzgefaßtes Referieren möglichst aller wesentlichen Veröffentlichungen dazu bei, daß das internationale forst- und holzwirtschaftliche Fachschrifttum Praxis und Wissenschaft bekannt und nutzbar gemacht wird. Sie erleichtert damit gleichzeitig die Möglichkeit des Rückgriffs auf eine Originalarbeit und die Entscheidung, inwieweit dies notwendig ist. Eine kritische Würdigung der Veröffentlichungen ist nicht ihre Aufgabe. Die Referate sind nach dem Oxford-System gegliedert, so daß ein schnelles Auffinden nach Spezialgebieten möglich ist.

2. Die Zeitschrift wird von Wissenschaftlern sämtlicher Lehr- und Forschungsstätten der Forst- und Holzwirtschaft des gesamten deutschen Sprachgebietes, also der Schweiz, Österreichs und ganz Deutschlands, herausgegeben. Durch die internationale Gemeinschaftsarbeit ist die besondere fachliche Geschlossenheit des Inhalts verbürgt.

Die Zeitschrift ist nicht nur für die Forstwissenschaft und Praxis in den deutschsprachigen, sondern auch in den anderen Ländern innerhalb und außerhalb Europas als wesentliche Orientierungshilfe von Bedeutung.

Interessenten im In- und Ausland:

Alle akademisch gebildeten Forst- und Holzwirte; staatliche und private Forstverwaltungen; Forstämter; der Holzhandel, insbesondere auch für den Im- und Export; die Holzindustrie; forstliche und holzwirtschaftliche Ausbildungsstätten, Institute, Universitäten, Versuchs- und Forschungsanstalten und deren Bibliotheken.

Erscheinungsweise

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Umfang je Heft: 6 Bogen à 16 Seiten. 4 Hefte (zuzüglich umfangreichem Register) bilden einen Band. Abonnementspreis je Band: 84,– DM, zuzüglich amtlicher Postgebühren. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes. Einzelbezugspreis der Hefte außerhalb des Abonnements jeweils 25 % teurer, also 26,25 DM.

Studenten der Forst- und Holzwirtschaft, die ihr Staatsexamen noch nicht abgelegt haben und noch nicht vollbezahlt angestellt sind, erhalten gegen entsprechenden Nachweis einen Nachlaß von 15 % auf den Abonnementspreis.

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN